Die

Selbständigkeit und Abhängigkeit

des

sympathischen Nervensystems,

durch

anatomische Beobachtungen bewiesen

von

A. Kölliker.

EIN ACADEMISCHES PROGRAMM.

Zürich,

im Verlage von Meyer und Zeller.

1844.

Druck von Zürcher & Furrer.

Die Selbständigkeit
und Abhängigkeit des sympathischen Nervensystems
durch anatomische Beobachtungen bewiesen.

Nachdem seit Bichat und Reil der sympathische Nerv lange Zeit als ein besonderer und unabhängiger Theil des Nervensystems betrachtet worden war, hatte in unseren Tagen die von Valentin wieder aufgenommene Ansicht Aelterer, dass derselbe nichts als ein modificirter Cerebrospinalnerv sei, immer allgemeinere Geltung erlangt, da die neuere Physiologie je länger je mehr von dem Gedanken an besondere Ernährungsnerven abkam, und Experimente nebst pathologischen Erfahrungen den unmittelbaren Einfluss von Rückenmark und Gehirn auf die vom Sympathicus versorgten Theile klar darzuthun schienen. Selbst Remak's Beobachtungen, die den genannten Nerven auch in Bezug auf seine elementäre Structur als eigenthümlich darzustellen suchten, vermochten nichts mehr zu Gunsten der früheren Ansicht, da sie sehr bald in ihrem wahren Werthe erkannt wurden. So schien Valentin's Ansicht vollkommen befestigt, und keiner Verbesserung mehr, nur einer weiteren Ausführung bedürftig, als vor zwei Jahren Bidder und Volkmann mit einem Werke [1]) auftraten, das durch neue, sorgfältige Untersuchungen, und, wie es schien, mit schlagenden Gründen die Selbständigkeit des Sympathicus darthat. Es wurden in demselben besondere sympathische Nervenfasern, verschieden von den von Remak beschriebenen, bekannt gemacht, dann die Unmöglichkeit des Ursprunges aller derselben

---

1) Die Selbständigkeit des sympathischen Nervensystems durch anatomische Untersuchungen nachgewiesen. Leipzig 1842.

aus dem Rückenmarke nachgewiesen durch Verfolgung des Faserverlaufes in den *Rami communicantes* und möglichst genaue Zählung der central und peripherisch verlaufenden Fasern derselben, und zugleich durch Prüfung der Wurzeln der Rückenmarksnerven selbst ihr Entstehen in den Ganglien dieser Wurzeln dargethan, endlich die eigenthümliche Verbreitung der genannten Fasern in den Organen, je nachdem dieselben der Sitz willkürlicher oder unwillkürlicher Bewegung, vegetativer oder animaler Processe sind, aufgedeckt und eine besondere Function derselben angenommen.

Durch diese Thatsachen und Annahmen erhielt die Forschung über die Verrichtung des Sympathicus einen neuen Impuls, um so eher, da Manche, Aerzte namentlich, sich noch nicht dazu hatten verstehen können, denselben als einen gewöhnlichen Nerven zu betrachten, und sehr willig waren, dem Ersten, der dessen eigenthümliche Natur und unabhängige Stellung aufdeckte, die Hand zu reichen. Durch Bidder's und Volkmann's Entdeckung war diess geschehen; grosse Zweifel schienen gelöst, viel Dunkles aufgehellt, und wenn schon der Schwierigkeiten an manchen Orten noch viele sich darboten, so war doch die Bahn bestimmt, der Grundgedanke gegeben, nach dem nun weiter gebaut werden konnte. Allein allem Anscheine nach wird die Frage nicht in ruhiger Entwicklung ihrer Auflösung sich nähern. Zwar haben R. Wagner [1]), E. H. Weber [2]) und Reichert [3]) sich nach eigenen Untersuchungen mit B. und V. vollkommen einverstanden erklärt, allein dafür sind auch der neuen Theorie in Valentin [4]) und Remak [5]) ebenso erfahrne als gewandte Gegner entstanden. Namentlich ist Valentin mit einem grossen Gefolge von Thatsachen und Schlüssen aufgetreten, und hat, so zu sagen, Stein für Stein vom Bidder-Volkmann'schen Gebäude niedergerissen, bis am Ende der alte Bau wieder zum Vorschein kam. Valentin behauptet, es gebe keine wesentlichen Unterschiede zwischen sympathischen und Cerebrospinalfasern; ferner läugnet er den Ursprung der sogenannten sympathischen Fasern aus den Spinalganglien, obschon er die Richtigkeit der Untersuchungen und Zählungen von B. und V. zugibt, weil sympathische und Remak'sche Fasern untermischt gezählt worden seien, und betrachtet endlich auch die Annahme von

---

1) Lehrbuch der speciellen Physiologie. 2. Auflage, p. 289.

2) Froriep's Notizen 1842, Nr. 460 und 520.

3) Müller's Archiv 1843, pag. CCV — CCXIII.

4) Repertorium 1843, pag. 96 u. f.

5) Leistungen der Physiologie im Jahre 1841, pag. 32, in Canstatt's Jahresbericht.

der Selbständigkeit der sympathischen Fasern als eine solche, die auf veralteten Ansichten über die vegetativen Processe und unrichtigen Beobachtungen über den Faserbestand verschiedener Nerven beruhe. Ganz dieselbe Ansicht wie Valentin hat in einer kurzen Notiz Remak, ein in diesem Gebiete gewiss competenter Forscher, geäussert.

Somit stehen sich jetzt zwei ganz heterogene Ansichten gegenüber, beide von eminenten Forschern vertreten. Ohne eigene Anschauungen zu besitzen, ist es fast unmöglich, sich für die eine oder die andere zu entscheiden, denn die Hauptfrage dreht sich für einmal darum, ob bestimmte Fasern Nervenfasern seien oder nicht. Da nun auch die Autoritäten nicht leiten können, weil leider die Controverse zwischen Bidder-Volkmann und Valentin in manchen Beziehungen persönlich geworden ist, und da dasjenige, was die andern genannten Forscher für oder wider gemeldet haben, nur Fragmente sind, die zudem vielleicht dem Einflusse des ersten Eindruckes der überraschenden Entdeckung ihren Ursprung verdanken, so bleibt Jedem, der in dieser wichtigen Frage klar zu sehen wünscht, nichts anderes übrig, als durch eigene Beobachtungen sich ein Resultat zu gewinnen.

Die Untersuchungen, die ich in dieser Absicht unternahm, und im Folgenden mittheilen werde, sind, wenn auch nicht im Stande den ganzen so dunkeln Gegenstand aufzuhellen, doch geeignet, mehrere wichtige Fragen zu einem Entscheide zu bringen, für andere zu künftigen Forschungen anzuregen, und haben wenigstens das Gute, dass sie nicht einer vorgefassten Meinung ihren Ursprung verdanken, und weder zur Bestätigung, noch zur Verwerfung einer bestimmten Ansicht begonnen wurden.

Der sympathische Nerv der Wirbelthiere enthält besonders vier Gewebe, die bei einer genauen anatomischen Untersuchung Berücksichtigung verdienen, nämlich Bindegewebe, Remak'sche Fasern, Nervenfasern und Ganglienkugeln.

1. Bindegewebe.

Die Verhältnisse dieses Gewebes sind so bekannt, dass es nicht nöthig ist, länger darauf einzugehen. Es sind Zellgewebefibrillen auf verschiedenen Stufen der Entwicklung, entweder in Bündel vereinigte und noch mit Kernen versehene, oder Bündel ohne Kerne, oder endlich mehr unregelmässig geordnete Fibrillen oft mit Kernfasern untermischt; dieselben umhüllen grössere oder kleinere Parthieen von Nervenprimitivfasern, doch selten

weniger als 2, und grenzen so die einzelnen Fasern von einander und die Nerven von andern Geweben ab. Beim Frosch sah ich ziemlich oft, nicht immer, wie Valentin angibt [1]), selbst einzelne dicke oder dünne Nervenfasern von zarten Zellgewebescheiden umhüllt.

2. Remak'sche Fasern.

Mit diesem Namen bezeichnet man wohl am besten die von Remak in den grauen Nerven entdeckten, sogenannten organischen oder gelatinösen Nervenfasern, deren Natur Valentin und Henle näher beleuchtet haben. Die Eigenthümlichkeiten derselben liegen in der platten Gestalt, dem geraden Verlauf, der Blässe und dem Vorkommen von Kernen. Der Durchmesser dieser Fasern, im Mittel von 0,002 — 0,005‴ Breite und 0,0006‴ Dicke, ist meist auf längere Strecken ganz derselbe, manchmal wechselnd, namentlich da, wo die Kerne etwas entfernter stehen; wenn Verästelungen vorkommen, was nicht häufig geschieht, so erreichen die 2 — 3 Fibrillen, in die eine Faser ausläuft, nicht selten eine noch bedeutendere als die angegebene Feinheit. Die Substanz der Fasern ist in seltenern Fällen undeutlich der Länge nach gestreift, meist homogen oder fein granulirt, und verhält sich zu verdünnten Säuren gerade wie Zellgewebe. Die Kerne, die ganz regelmässig in grössern oder kleinern Abständen in oder auf den Fasern sitzen, und im natürlichen Zustande ganz blass und schwer zu erkennen sind, durch Essigsäure jedoch vollkommen deutlich werden, sind rund, elliptisch oder spindelförmig; in beiden erstern Fällen 0,0025 — 0,0035‴ gross, granulirt, und oft mit einem *Nucleolus* versehen, im letztern homogen von 0,005 — 0,007‴ Länge.

Diese Remak'schen Fasern nun finden sich vorzugsweise in den sympathischen Nerven aller Wirbelthierklassen, jedoch nicht bei allen in gleicher Menge und Verbreitung. Bei Säugethieren, Vögeln und beschuppten Amphibien sind sie sehr häufig, weniger in den sogenannten Wurzeln des Sympathicus, als in den Aesten, die von den Ganglien ausgehen, bei nackten Amphibien (Frosch, Salamander) und Fischen (Hecht, Forelle) dagegen sehr selten, und nur in den Ganglien und der unmittelbaren Nähe derselben einigermassen zahlreich, in den Nerven selbst den Nervenfasern an Zahl weit nachstehend. Auf die abweichenden Ansichten von B.-V. und Valentin, von denen die erstern behaup-

1) Wagner, Handwörterbuch der Phys., Bd. 1, pag. 88, Fig. 34. Repertor. 1843, pag. 105.

ten, dass sie diesen Thieren ganz fehlen, letzterer, dass sie eben so häufig seien, wie bei höheren Thieren, komme ich weiter unten zu sprechen, wo von den Unterschieden der Remak'schen Fasern und der feinen Nervenfasern gehandelt wird.

Die Vertheilung der Remak'schen Fasern in den Nerven bietet gewisse Eigenthümlichkeiten dar. Valentin[1]) nimmt an, dass dieselben scheidenförmig theils einzelne isolirte Primitivfasern, theils Bündel derselben umhüllen, und dass die Hüllen um so stärker werden, je mehr Elemente sie umschliessen, wogegen Henle[2]) einwendet, dass die Remak'schen Fasern zur Umhüllung einzelner Primitivfasern zu breit seien, und dass die sympathischen Nerven sich nicht in einzelne Bündel spalten lassen, wie es doch der Fall sein müsste, wenn Valentin's Ansicht die richtige wäre; er betrachtet vielmehr die sympathischen Nerven als solide Stränge Remak'scher Fasern, in denen einzelne, unregelmässig gelagerte Nervenröhren verlaufen. Meinen Beobachtungen nach liegt die Wahrheit in der Mitte. In den Ganglien und in der Nähe derselben fand ich immer viele Nervenfasern (wie unten gezeigt werden soll, diejenigen, die im Ganglion entspringen) von zarten, aus einigen Remak'schen Fasern gebildeten Scheiden umhüllt, während in einiger Entfernung von denselben die Fasern sich so verhielten, dass entweder ein Bündel von Nervenfasern inmitten eines starken aus Remak'schen Fasern gebildeten Stranges lag oder beiderlei Fasern untermischt verliefen.

Was den Ursprung der Remak'schen Fasern betrifft, so kann man es mit Valentin[3]) als vollkommen ausgemacht betrachten, dass sie nicht, wie Remak annahm, von den Ganglienkugeln, sondern von den Scheiden derselben abstammen, und nur Fortsetzungen derselben sind; zweifelhafter ist ihre Endigung. Was man hierüber weiss, ist, dass sie, wie Valentin meldet, bei höheren Wirbelthieren in feineren Zweigen der Intestinalnerven nicht mehr sich finden, und dass sie noch nirgends in den von sympathischen Nerven versorgten Organen zu treffen waren[4]); es scheint demnach, dass diese Fasern in den Ganglien entspringen, eine Strecke weit die Nervenröhren, die von denselben ausgehen, begleiten und dann enden. Ganz unzweifelhaft findet sich eine solche, und zwar sehr

---

1) Müll. Archiv 1839. pag. 148.
2) Allg. Anat. pag. 631.
3) l. c. pag. 150 u. f.
4) Henle, allg. Anat. pag. 635.

frühe Endigung bei nackten Amphibien und Fischen, wo die Fasern nur in den Ganglien und deren nächsten Nähe häufig, in entferntern Theilen sehr sparsam vorkommen.

Ueber die Bedeutung der Remak'schen Fasern lässt sich meiner Ueberzeugung nach nicht mehr streiten. Ausgebildete Nervenfasern sind es auf jeden Fall keine, denn diese sind, wie sich auch von den feinsten nachweisen lässt, überall Röhren mit eigenthümlichem Inhalt gefüllt. Unentwickelte, embryonale Nervenfasern könnten sie ihren anatomischen Charaktern nach möglicher Weise sein, allein der Mangel einer peripherischen Ausbreitung in den Organen, ihr Ursprung von den Scheiden der Ganglienkugeln, die Uebergänge, die zwischen ihnen und gewöhnlichem Zellgewebe sich finden, endlich das Vorkommen ganz ähnlicher ringförmiger Fasern in der Scheide grösserer Nervenstämmchen[1]) weisen sie unabänderlich aus dem Nervensysteme weg. Ich betrachte mit Valentin die Remak'schen Fasern als eine Modification des gewöhnlichen Neurilems, als unausgebildete Zellgewebebündel.

3. Nervenfasern.

a) Feine Nervenfasern. Schon seit Remak[2]) ist es bekannt, dass in den Nerven eine grosse Menge feiner Röhren vorkommen, die mit den varicösen Nervenfasern des Rückenmarks und Gehirns die grösste Aehnlichkeit besitzen; ferner dass dieselben im Sympathicus in weit überwiegender Zahl neben wenigen breiten Nervenfasern sich finden. Diese feinen Fasern nehmen in den neusten Forschungen über den Sympathicus eine bedeutende Stelle ein, und müssen in Bezug auf ihre Natur und ihren Ursprung näher betrachtet werden.

Was die erste betrifft, so halten Bidder und Volkmann die feinen Fasern, mögen sie nun im Sympathicus oder in andern Nerven vorkommen, für die eigenthümlichen Fasern des Sympathicus, und nennen sie deshalb «sympathische». Sie sollen von den breiten «cerebrospinalen» genannten Fasern dadurch sich unterscheiden, dass sie

1) fast immer und selbst lange nach dem Tode mit einfachen Contouren erscheinen,
2) gewöhnlich keinen bemerklichen Inhalt besitzen,
3) sehr oft, wo sie in Strängen beisammenliegen, ein graues Ansehen haben, das von Zumischung fremder Elemente unabhängig ist,

---

1) Henle, allg. Anat. pag. 629.
2) Müll. Arch. 1836.

4) beim Uebertritt in eine andere Nervenbahn eben so oft gegen das Centrum als gegen die Peripherie laufen,

5) in der Regel um das Doppelte schmäler sind.

Ausser diesen wesentlichen Unterschieden machen dann B. und V. noch auf die Geneigtheit der sympathischen Fasern, Varicositäten zu bilden, und auf ihr eigenthümliches Verhalten gegen Essigsäure, die den Inhalt in einzelnen Häufchen coaguliren soll, aufmerksam.

Einer ganz andern Ansicht ist VALENTIN[1]). Nach ihm ist kein einziges der aufgestellten Zeichen charakteristisch und scharf, denn

1) kommen, wie B. und V. selbst sagen, doppelte Contouren auch, obschon selten, an sympathischen Fasern vor;

2) sollen die sympathischen Fasern gegen Essigsäure sich nicht anders verhalten, als andere Nervenfasern, mit dem einzigen Unterschiede, dass ihre äusseren Scheiden, die überall sich finden, die Einwirkung der Säure verzögern, ja oft ganz verhindern;

3) rühre die matte Färbung der sympathischen Fasern von der genannten äusseren Scheide her, und mache dem gewöhnlichen Ansehen Platz, sobald diese Scheide zufällig entfernt sei;

4) sei es dem Schutze, den diese Scheide gewähre, zuzuschreiben, wenn der Inhalt der sympathischen Fasern sich länger gegen Fäulniss und andere Einwirkungen erhalte;

5) endlich lasse sich die Ansicht von B. und V., dass zwischen den Breiten der dünnern und dickern Fasern eine nicht vorkommende, beide scheidende Mittelgrösse existire, kaum oder wahrscheinlich gar nicht begründen, da man nicht im Stande sei, die Differenzen, welche die Verfasser statuiren, durch unsere gegenwärtige Mikrometrie mit Exactheit festzustellen, ferner häufige Uebergangsformen zwischen beiderlei Fasern sich finden, endlich auch die Grössen, die hier als Lücken erscheinen, an anderen Orten auftreten.

Aus allem diesem zieht VALENTIN den Schluss, dass die Angaben von B. und V. nichts weiter lehren, als was man früher schon wusste, dass es feinere und stärkere Nervenfasern gebe, die den Grössenunterschied abgerechnet, vollkommen identisch sind.

---

1) Repertor. 1843, pag. 103 sqq.

Welche ist nun von diesen beiden Ansichten die richtige? Sollen wir uns freuen, die eigentlichen sympathischen Fasern aufgefunden zu haben, oder mit VALENTIN darnach streben, das Räthselhafte des Sympathicus auf eine andere Art zu lösen? Eine genaue Prüfung der sogenannten sympathischen Fasern bei allen Wirbelthierklassen hat mir das bestimmte Resultat ergeben, dass zwar Unterschiede zwischen den gröberen und feineren Fasern des Sympathicus und der übrigen Nerven existiren, dass jedoch dieselben nicht genügen, um zwei besondere Arten von Nervenfasern, sympathische und cerebrospinale, aufzustellen. Es ist richtig, was B. und V. behaupten, dass die feinen Fasern meist einfache Contouren besitzen, oft varicös erscheinen, häufig eine blassere Färbung zeigen, peripherisch und central verlaufen, eine sehr geringe Breite besitzen, und gewöhnlich keinen bemerklichen Inhalt haben; allein von allen diesen Merkmalen genügt keines, um die feinen Fasern als eigenthümliche zu charakterisiren, denn

1) sind viele derselben nicht durchgreifend, und

2) andere unwesentlich.

Was das Erste betrifft, so kommen doppelte Contouren auch an den feinsten Fasern nicht selten vor, ebenso geronnener Inhalt, entweder in Streifen oder kleinen Pünktchen, wie beim Frosch, der Schildkröte, oder in grösseren, unregelmässigen Massen, wie bei Fischen und Säugethieren; ferner ist die blasse Färbung oft nicht vorhanden, was ich namentlich bei Säugethieren sah, wo die feinsten Fasern nicht selten so dunkel erschienen wie grobe, frisch untersuchte Fasern; endlich mangeln auch die Varicositäten oft, namentlich bei sorgfältiger Behandlung.

Unwesentlich ist vor Allem die Breite, die, wie Grössenverhältnisse überhaupt, schon an und für sich, auch wenn wirklich keine Mittelgrössen zwischen feinen und gröberen Nervenfasern da wären, keinen specifischen Unterschied zu begründen vermöchte; nun aber, da wirklich solche sich finden, wie aus B. und V. Messungen und VALENTIN's Angaben hervorgeht, ist noch weniger Grund vorhanden, auf die verschiedene Breite der Fasern ein Gewicht zu legen. Zwar glauben B. und V.[1]), dass das Vorkommen dieser Mittelgrössen noch nicht genüge, um die Grössendifferenz als eine unwesentliche erschei-

---

1) l. c. pag. 24. MÜLL. Arch. 1844, pag. 17 u. .

nen zu lassen, und behaupten, dass wenn in den Nerven nur Eine Art von Fasern vorkäme, die Mitteldicken die häufigsten, die Extreme am seltensten sein müssten, statt dass gerade das Umgekehrte der Fall sei. Allein diess ist, wie Valentin schon bemerkt, ein seltsamer Schluss, denn wenn auch das von Valentin zufällig gewählte Beispiel, die Muskelprimitivbündel, nicht passt, wie B. und V. nachgerechnet haben, und zugegeben werden muss, dass bei einem und demselben Gebilde in der Regel die mittleren Grössen die häufigsten sind, so gibt es doch auch Beispiele für das Entgegengesetzte. So kommen, wie mir Dr. Nägeli sagt, bei mehreren Pflanzen solche Verhältnisse vor, so z. B. bei *Spirogyra adnata*, einer einfachen aus einer Zellenreihe bestehenden Conferve, die nur zweierlei Zellen besitzt, von denen die einen gerade doppelt so gross sind, als die andern, was nicht etwa in einer besondern Function beiderlei Zellen, sondern darin begründet ist, dass nicht alle Zellen gleich lang durch endogene Zellenbildung sich vermehren. Wie leicht wäre es möglich, dass auch bei den Nervenfasern etwas Aehnliches sich fände, dass die einen der Verschmelzung grosser, die andern einmal kleinerer Zellen ihren Ursprung verdankten? Uebrigens finden sich, möge dem sein wie ihm wolle, noch andere, schlagendere Gründe, welche beweisen, dass die feinen Fasern durchaus nichts Eigenthümliches sind. Erstens gibt es auch noch an andern Orten feine Nervenfasern, die ausser ihrer leichtern Zerstörbarkeit durch ihre einfachen Contouren, ihre Varicositäten und den meist ungeronnenen Inhalt ganz mit denen der Rückenmarksnerven und des Sympathicus übereinstimmen, nämlich im Rückenmark, Gehirn und den höheren Sinnesnerven, Fasern, die ganz unmöglich Alle vom Sympathicus abstammen können. Zweitens beschreiben B. und V. selbst gewöhnliche breite Nervenfasern, die während ihres Verlaufes zur Peripherie so dünn und auch sonst den sympathischen Fasern so ähnlich werden, dass sie nicht mehr von denselben zu unterscheiden sind; und doch halten dieselben nach diesem schlagenden Nachweis der Unwesentlichkeit der Breite die feinen Fasern für specifisch verschieden von den groben! — Unwesentlich ist ferner auch die Art des Verlaufes der feinen Fasern, wenigstens in so weit, als derselbe eine specifische Eigenthümlichkeit derselben constituiren sollte, und die oft vorkommende blasse Färbung einzelner Nervenfasern oder ganzer Bündel, da dieselbe höchst wahrscheinlich, wie Valentin annimmt, von fremdartigen Elementen herrührt, oder auch, wie ich sah, zufällig an Fasern vorkömmt, die in Folge der Präparation gezerrt und abgeplattet wurden.

Zu dieser Unbeständigkeit vieler Merkmale der feinen Nervenfasern, zu der Unwe-

sentlichkeit anderer, kommt endlich auch noch das hinzu, dass vielfache Uebergänge feiner Fasern zu gröberen nicht bloss in Bezug auf die Grösse, sondern auch in allen andern Charakteren vorkommen, so dass es in manchen Nerven durchaus unmöglich ist, bei gewissen Fasern zu entscheiden, ob sie zu der einen oder andern Faserklasse gehören. Aus Allem geht unbestreitbar hervor, dass die mikroskopische Untersuchung zur Aufstellung besonderer sympathischer Fasern keineswegs berechtigt, ja sogar durchaus keine Gründe dafür an die Hand gibt; da nun auch die Physiologie keinen Unterschied zwischen der Verrichtung der groben und feinen Fasern kennt, wovon unten mehr, so muss selbst die hypothetische Annahme eines, obschon noch unaufgedeckten, anatomischen Unterschiedes von der Hand gewiesen werden.

Nachdem ich hiemit die Annahme besonderer sympathischer Fasern als unstatthaft erwiesen habe, wende ich mich zu dem zweiten Hauptpunkte, dem Ursprunge der im Sympathicus vorkommenden feinen Fasern. Was erstens die Frage betrifft, ob die Fasern, die in den *Rami communicantes* verlaufen, Alle von den Rückenmarksnerven zum Sympathicus verlaufen oder nicht, so haben B. und V. beim Frosch durch genaue Messungen der an der Einsenkungsstelle dieser Aeste in die Rückenmarksnerven central und peripherisch verlaufenden Zweige derselben gefunden, dass weit mehr (etwa zwei Drittheile) Fasern mit den Rückenmarksnerven peripherisch sich verbreiten, als central zu deren Wurzeln aufsteigen, und daraus den Schluss gezogen, dass die Fasern dieser *Rami comm.* zum grössern Theil in den Ganglien des Sympathicus entspringen und peripherisch mit den Spinalnerven ziehende Sympathicusäste sind, zum kleinern aus den Rückenmarksnerven stammen und als sogenannte Wurzeln des Sympathicus betrachtet werden können.

Auch gegen diese Annahmen erhebt Valentin[1]) mannigfache Einwendungen. Zwar lässt er den Messungen von B. und V. vollkommene Gerechtigkeit widerfahren, da auch er an ungefähr 20 Fröschen die Sache verfolgt und zum Theil nachgemessen hat, und hiebei zu denselben Resultaten gelangt ist. Nichts desto weniger, dass hierüber seiner Ueberzeugung nach kein Streit obwalten kann, macht er eine Reihe von Einwürfen. Zuerst spricht er von der Unsicherheit der Messungen, die dem ausgesprochenen Gesetze zu Grunde liegen und von der Möglichkeit der Annahme, dass die peripherisch verlaufenden

1) Repert. 1843, pag. 119.

Nervenfasern der *Rami communicantes* breiter seien als die centralen, ohne jedoch, wie er ausdrücklich bemerkt, diesen Einwürfen irgend ein Gewicht zuschreiben zu wollen, da der von B. und V. hervorgehobene Unterschied so bedeutend sei, dass er hierdurch in keinem Falle in irgend einer Art aufgehoben werden könnte. Als einen erheblichern Einwand betrachtet er den, dass der Ursprung der feinen Fasern in den Ganglien nicht wirklich nachgewiesen sei, und dass man durch die peripherische Einsenkung gewisser Fasern der *Rami comm.* noch nicht die Garantie habe, dass dieselben auch wirklich peripherisch verlaufen; in der That führt er (pag. 125) eine Beobachtung an, wonach die ausschliesslich peripherisch sich einsenkenden Fasern des siebenten *Ramus comm.* des Frosches nach einem Verlauf von 0,7‴ zum grössten Theile wieder sich umbogen und zum Centrum verliefen. Der Haupteinwurf endlich ist der, dass viele der von B. und V. für feine Fasern gehaltenen und als solche gemessenen Elemente gar keine Nervenfasern, sondern nur eine eigenthümliche Form der Remak'schen Fasern seien. Nach einer ausführlichen Darstellung des mikroskopischen Verhaltens des Sympathicus des Frosches (pag. 120 — 129) schliesst Valentin mit der Bemerkung, er glaube jetzt die Hauptsache der Angaben von B. und V. über ihre vermeintlichen Beweise der Selbständigkeit des sympathischen Nerven widerlegt zu haben. Die Sache habe dadurch erwiesen geschienen, dass B. und V. Remak'sche Fasern und Nervenfasern zusammenwürfelten, sie falle, weil die Remak'schen Fasern beim Frosch nicht nur nicht sparsamer, sondern eher vielleicht, namentlich in den unteren Verbindungsästen des Sympathicus, reichlicher vorhanden seien, als bei höheren Thieren. Dadurch, dass die genannten Beobachter die Remak'schen Fasern und die ächten, feinen Nervenfasern nicht genau unterschieden, sei auch die Charakteristik ihrer sympathischen Fasern so ausserordentlich schwankend ausgefallen.

Valentin appellirt an eine gründliche Prüfung der Verhältnisse des Frosches. Ich habe eine solche, und zwar eine vorurtheilsfreie, mir angelegen sein lassen, und theile im Folgenden die Resultate derselben mit.

Was zuerst die Messungen von B. und V. betrifft, so habe ich dieselben bei 3 Fröschen auf beiden Seiten wiederholt, und vollkommen richtig befunden; zahlreichere Beobachtungen schienen mir überflüssig, da auch Valentin in diesem Punkte mit B. und V. gänzlich einverstanden ist. Den aus diesen Ergebnissen zu ziehenden Schlüssen nimmt nun Valentin ihren Halt dadurch, dass er die Richtigkeit der Messungen bezweifelt und die peripherischen Fasern möglicherweise nach kurzem Verlaufe central umbiegen lässt.

Allein was die Messungen betrifft, so halte ich den aus denselben abzuleitenden Schluss für vollkommen richtig, denn wenn man auch annehmen wollte, dass dieselben keine sicheren Resultate geben, und dass an der Verbindungsstelle der *Rami comm.* mit den Rückenmarksnerven eben so viele Fasern central als peripherisch verlaufen, so entsteht doch ein ungeheurer Ueberschuss von peripherischen Fasern, wenn man die zu den Eingeweiden ausstrahlenden Aeste des Sympathicus noch dazu rechnet. Wenn ferner Valentin eine Umbiegung gesehen hat, was ich nicht bezweifle, so ist eine solche doch eine grosse Seltenheit, da ihm selbst (pag. 125) trotz mannigfacher Versuche keine zweite Anschauung der Art vorkam, und auch B. und V. nie eine Umbiegung treffen konnten. Allein gesetzt auch, eine solche fände sich häufig, so würde diess doch nichts beweisen, da, wie später gezeigt werden soll, die feinen Fasern der Rückenmarksnerven zum grössten Theile nur bis zum Ganglion der sensibeln Wurzel aufwärts gehen, und nur mit wenigen Fasern sich in das Rückenmark einsenken. Nur wenn Valentin bewiesen hätte, dass gerade in dem Falle, wo er die Umbiegung beobachtete, die motorische Wurzel des siebenten Spinalnerven und die sensible Wurzel über dem Ganglion viel mehr feine Fasern führten als gewöhnlich, wäre seine Beobachtung von Gewicht, so aber bleibt sie durchaus werthlos. — Eben so unwichtig würde es mir scheinen, wenn der Ursprung der feinen Fasern aus den Ganglien nicht wirklich nachgewiesen wäre, denn *a priori* lässt sich doch gewiss nicht behaupten, dass derselbe gesehen werden müsste, wenn er vorhanden wäre, wie am besten daraus hervorgeht, dass Hannover und ich diesen Ursprung wirklich beobachtet haben, wie weiter unten gezeigt werden soll.

Endlich komme ich zu dem von Valentin sogenannten Cardinalirrthume Bidder-Volkmann's, dass sie nämlich die Remak'schen Fasern des Frosches für feine Nervenfasern angesehen und gemessen haben. Auch hierin kann ich Valentin nicht beistimmen, sondern bin vielmehr fest überzeugt, dass er hier selbst im Eifer seiner Angriffe in einen Cardinalirrthum verfallen ist, und ächte feine Nervenfasern für Remak'sche Fasern hält. Ich gebe zu, dass der Frosch Remak'sche Fasern besitzt, die B. und V. übersehen haben, allein dieselben sind

1) nur in den Ganglien und der unmittelbarsten Nähe derselben in einiger Menge vorhanden, sonst ungemein sparsam;
2) unterscheiden sie sich in Nichts von denen höherer Thiere, sind sehr blass, 0,002 — 0,005‴ breit, platt, manchmal fein längs gestreift, leicht verästelt und

mit deutlichen, zahlreichen, elliptischen oder spindelförmigen Kernen besetzt, die durch Essigsäure besonders hervortreten.

Nach Valentin (pag. 122, 127) dagegen besitzt der Frosch ein sehr ausgebildetes System von Remak'schen Fasern, die besonders im 7ten und 8ten *Ramus comm.* entweder ganz allein oder nur mit wenigen ächten Nervenfasern vermischt vorkommen. Dieselben sollen matter, zum Theil auch etwas steifer sein als die feinen Nervenfasern, jedoch auch sehr häufig wellenförmig sich biegen, und wo sie auf der Fläche liegen, ein granulirtes, und bei günstiger Beleuchtung ein feines längsstreifiges Wesen erkennen lassen. Auf einzelnen derselben scheinen, wie Valentin sagt, Kernbildungen aufzuliegen; jedoch erscheinen diese an sehr vielen Punkten nicht befriedigend deutlich und vor anderen Gebilden charakterisirt, so dass man, wenn sie auch überall, wo man sie sieht, wahrhaft existiren, doch behaupten kann, dass sie jedenfalls sparsamer sind, als an den Remak'schen Fasern der Säugethiere. Das beste Mittel, um sich von diesen Verhältnissen zu überzeugen, soll sein, vergleichungsweise den dritten oder vierten *Ramus comm.*, die fast nur ächte feine Nervenfasern führen, und den siebenten und achten, die fast ausschliesslich aus Remak'schen Fasern bestehen, zu zerfasern. — Auch ich kenne kein besseres Mittel, um sich von dem Gegentheil von dem, was Valentin behauptet, zu vergewissern. So oft ich auch diese leicht anzustellende Untersuchung unternahm, und diess geschah bei der Wichtigkeit des Gegenstandes und wegen des Ansehens, das Valentin's Autorität für mich hat, nicht wenige Male, so oft kam ich auch zu dem schon ausgesprochenen Ergebniss und wurde mit jeder neuen Untersuchung in meiner Ueberzeugung immer mehr bestärkt, so dass ich jetzt offen bekennen darf, dass ich über diesen Gegenstand nicht mehr den geringsten Zweifel hege. Ich will jedoch nicht bloss meine Ueberzeugung derjenigen von Valentin an die Seite setzen, was die Sache wohl nicht viel fördern möchte, nein, ich will auch Andern zugängliche Thatsachen für meinen Ausspruch anführen. Abgesehen davon, dass schon die Art und Weise, wie Valentin von den von ihm dafürgehaltenen Remak'schen Fasern des Frosches spricht, und namentlich die unbestimmten Ausdrücke, die er bei seinen Angaben über die Kerne derselben braucht, ein Vorurtheil gegen seine Ansicht erwecken, so zeigt die einfache Beobachtung, dass im 7ten und 8ten *Ramus comm.* sparsam wahre Remak'sche Fasern neben vielen ächten feinen Nervenfasern (den von Valentin für Remak'sche Fasern gehaltenen Theilen) existiren; denn die einen dieser Fasern sind blass, platt und gerade verlaufend, die andern, in un-

geheurer Ueberzahl vorhandenen, rund und geschlängelt. Die ersten werden durch verdünnte Essigsäure aufgelöst, während zugleich ihre Kerne zur deutlichsten Anschauung kommen; die letztern verändern sich durch dieselbe entweder gar nicht, oder werden manchmal leicht granulirt, geben ihre dunkeln Contouren nicht auf und lassen durchaus keine Kerne hervortreten; nur da, wo sie durch die Präparation gezerrt werden, erscheinen sie manchmal blass, platt und gerade, so dass sie für Remak'sche Fasern imponiren könnten; allein in diesem Falle gibt die Essigsäure sichere und untrügliche Auskunft. Ein wo möglich noch besseres Mittel, um zum Ziele zu gelangen, ist, dass man Druck auf die genannten *Rami comm.* einwirken lässt, in Folge dessen fast alle Fasern derselben als Röhren mit flüssigem Inhalt sich ergeben, der leicht auszutreiben ist und durch sein Verhalten zu Wasser als ächter Nervenfaserinhalt sich ergibt. Zu demselben Resultate führt einfach Zusatz von Wasser zu den unverletzten aber ausgebreiteten Fasern; dieselben gerinnen, so weit sie ächte Nervenfasern sind, mehr oder weniger vollkommen, so dass der Inhalt Reihen von Körnern bildet, oder in grösseren und kleineren Streifen erscheint.

Diess sind die Beobachtungen und Thatsachen, auf welche gestützt ich in diesem Punkte mit Bidder und Volkmann gegen Valentin mich erkläre, und es als eine ausgemachte Sache ausspreche, dass die *Rami communicantes* des Frosches in weitaus der Mehrzahl ihrer Fasern aus ächten, feinen Nervenfasern bestehen, neben denen sparsam einige grobe Nervenfasern und Remak'sche Fasern vorkommen. Demnach hat der Schluss, den Bidder und Volkmann aus ihren Messungen ziehen, dass nämlich ein grosser Theil der feinen Fasern des Sympathicus nicht aus den Rückenmarksnerven stamme, sondern im Sympathicus entspringe, auch meiner Ansicht nach, seine vollkommene Richtigkeit.

Nach diesem wichtigen Ergebnisse gehe ich zur Erforschung des Ortes und der Art und Weise des Ursprunges dieser feinen Nervenfasern über, und verfolge zuerst die centralen verlaufenden Fasern der *Rami comm.* B. und V. haben gesehen (pag. 70), dass einerseits die Wurzeln der Rückenmarksnerven, die motorischen in ihrem ganzen Verlaufe, die sensibeln über ihren Ganglien ungemein wenig, nur etwa 20 %, feine Nervenfasern enthalten, anderseits die centralen Bündel mit der Mehrzahl ihrer Fasern nur bis zum *Ganglion spinale* gehen, und hierin den unzweideutigsten Beweis dafür gefunden, dass die von den Rückenmarksnerven abstammenden dünnen Fasern des Sympathicus des Frosches

zum grossen Theile nicht vom Rückenmark, sondern von den Spinalganglien herkommen. Ich kann die angeführten Beobachtungen nur bestätigen und bin auch mit den daraus gezogenen Folgerungen gänzlich einverstanden, da ich, wie B. und V. es für durchaus unstatthaft halte, anzunehmen, dass die breiten Fasern der Wurzeln sich im *Ganglion spinale* auf einmal um die Hälfte oder zwei Drittheile verschmälern, um so mehr, da ich den Ursprung der feinen Fasern in den Ganglien wirklich gesehen habe.

Dieser letzte Ausspruch mag diejenigen befremden, die wissen, dass B. und V. von der Art der Entstehung der Nervenfasern in den Ganglien uns nichts melden, und Valentin so weit geht zu behaupten, ein solcher Ursprung könnte, wenn er wirklich vorhanden wäre, dem Blicke nicht entgehen. Allein nichts desto weniger ist dem so, wie ich sagte. Die feinen Fasern entspringen in den Ganglien nicht mit Endschlingen oder freien Endigungen, sondern als einfache Fortsetzungen der Ausläufer der Ganglienkugeln, mit andern Worten, die Fortsätze der Ganglienkugeln sind die Anfänge dieser Nervenfasern: — diess ist das unzweifelhafte Ergebniss langer und nicht müheloser, auf diesen Gegenstand speciell gerichteter Forschungen. Es gehört nämlich meiner Erfahrung nach fast zu den schwierigsten Aufgaben im Gebiete der Mikroskopie, die Fortsätze der Ganglienkugeln so weit zu verfolgen, bis sie deutlich die Natur feiner Nervenfasern angenommen haben, denn wie man auch zu Werke gehen mag, immer hat man mit sehr bedeutenden Schwierigkeiten zu kämpfen. Comprimirt man ein kleines, von seinen Hüllen möglichst befreites Ganglion in unversehrtem Zustande, so glaubt man wohl in nicht seltenen Fällen den Ursprung feiner Fasern aus gewissen Kugeln wahrzunehmen, allein zu einem gewissen Resultate gelangt man nicht, denn es lässt sich nie mit der nöthigen Sicherheit bestimmen, ob die Faser, die man bis zu einer Kugel verfolgt hat, wirklich aus derselben stammt, oder dieselbe nur umspinnt. Nicht glücklicher ist man, wenn man die Kugeln aus ihren Hüllen von Remak'schen Fasern herausschält, denn da diess natürlich nur in Folge heftiger mechanischer Eingriffe möglich ist, so reissen die Fortsätze immer meist ganz dicht an den Ganglienkugeln ab, und man gelangt nie zu einem Resultate. Das einzige Mittel, um über das Verhältniss der Nervenfasern zu den Ganglienkugeln Gewissheit zu erlangen, ist, ein Ganglion mit möglichster Schonung fein zu zerfasern, und nach isolirten, noch in ihren Scheiden liegenden Ganglienkugeln zu forschen. Sind solche da, so hängt es noch gar sehr von der Stärke der Scheidenfortsätze, von der Länge derselben, endlich von der Häufigkeit ihrer Kerne

ab, ob die von ihnen eingeschlossenen Fortsätze der Ganglienkugeln in ihrem Zusammenhange mit Nervenfasern zu erkennen sind. Trotz dieser bedeutenden Hindernisse, die mich oft ganze Tage vergeblich forschen liessen, bin ich doch, wie schon erwähnt, in einer Reihe von Fällen zu ganz sicheren Resultaten gekommen. Es sind folgende. In den Spinalganglien des Frosches finden sich neben Ganglienkugeln, die gar keine Fortsätze abgeben, eine Menge anderer, die Alle eine mehr oder weniger birnförmige Gestalt besitzen, und an ihren Spitzen in einen Fortsatz ausgezogen sind, der wie die Ganglienkugeln blass und fein granulirt erscheint, eine Breite von 0,0015 — 0,0025‴ besitzt und als eine unmittelbare Verlängerung derselben zu betrachten ist. In grösserer oder geringerer Entfernung von der Ganglienkugel, doch selten dicht an derselben oder weiter davon ab als 0,015‴, nimmt dieser Fortsatz ziemlich plötzlich, doch ohne dass eine scharfe Grenze festzusetzen wäre, eine andere Natur an, bekömmt dunkle Contouren, leicht granulirten Inhalt und wellige Ränder, mit einem Worte, er wird zu einer feinen Nervenfaser. In einigen Fällen sah ich solche Nervenfasern von 0,02‴ Länge und darüber mit den Ganglienkugeln und ihren Fortsätzen in Verbindung; andere Male war der Fortsatz gleich nach seinem Uebergange in eine Nervenfaser abgerissen. Ganglienkugeln, Fortsätze derselben und mit diesen zusammenhängende Nervenfasern werden von der bekannten aus Remak'schen Fasern gebildeten Scheide umgeben, die nur Ein zusammenhängendes Ganzes bildet. Wenn diese Hüllenbildung stark ist und das Erkennen der eingeschlossenen Faser erschwert, so leistet nicht selten die Essigsäure treffliche Dienste, da sie dieselbe ganz durchsichtig macht, die Nervenfaser dagegen wenig angreift.

Wie in den *Ganglia spinalia*, so habe ich auch in denen des Sympathicus den Ursprung dünner Nervenfasern von den Ganglienkugeln gesehen, und halte demnach wie B. und V. auch diese Ganglien für die Ursprungsstellen feiner Nervenfasern. Folglich wäre nur noch der Ursprung derjenigen feinen Nervenfasern zweifelhaft, die durch die *Ganglia spinalia* und die vorderen Wurzeln hindurch zum Rückenmark verlaufen. Dieselben könnten vom Rückenmark oder Gehirn, zum Theil auch von den Spinal- oder sympathischen Ganglien abstammen. Bis Beobachtungen, die sich freilich kaum werden anstellen lassen, sicheren Aufschluss geben, nehme ich es aus physiologischen Gründen, die unten angegeben werden sollen, als das wahrscheinlichste an, dass sie von Rückenmark und Gehirn stammen.

So viel über den Ursprung der dünnen Nervenfasern des Frosches, der, wenn auch

überraschend, doch auf sicheren Thatsachen fusst und, wie ich gleich angeben werde, an entsprechenden Beobachtungen über die Ganglien anderer Thiere eine Stütze findet. Uebrigens scheint, was in früheren Zeiten schon vermuthet wurde, dass die Nervenfasern von den Ganglienkugeln entspringen, in neuester Zeit immer mehr als allgemeines Gesetz erkannt zu werden, denn ich bin nicht der Einzige und auch nicht der Erste, der hiefür Beobachtungen anführt. So gibt Helmholtz [1]) an, dass er beim Blutegel und einigen Schnecken den Ursprung der Nervenfasern aus den Ganglienkugeln gesehen habe, und Fr. Will [2]) behauptet dasselbe für die Mollusken und einige Gliederthiere. Am entschiedensten aber hat sich in einer ausgezeichneten Abhandlung der als genauer Forscher bekannte Hannover [3]) hierüber ausgesprochen, der bei allen Klassen der Wirbelthiere und vielen Wirbellosen den Ursprung der Nerven von den Ganglienkugeln im Gehirn, dem Rückenmarke und den Ganglien beobachtete und gar keine andere Entstehungsweise derselben kennt. Was mich betrifft, so bin ich also mit diesen Angaben, so weit sie die Ganglien anbelangen, vollkommen einverstanden, und habe alle Gründe auch die übrigen Thatsachen anzunehmen, da ich wenigstens im Rückenmarke des Frosches den Ursprung feiner Nervenfasern von den Ganglienkugeln der grauen Substanz beobachtete.

Gehen wir nun zum Ursprung der feinen Fasern anderer Thiere und des Menschen über, so finden wir in manchen Beziehungen vollkommen übereinstimmende Resultate, wie sie beim Frosche nachgewiesen wurden, in andern Abweichendes. Was zuerst die Fasern betrifft, die in den *Rami comm.* zu den Rückenmarksnerven verlaufen, so lässt sich deren Abstammung äusserer Verhältnisse wegen lange nicht in dem Masse wie beim Frosche durch genaue Verfolgung des Faserverlaufes feststellen. Doch ergibt sich auch hier leicht, dass diese Verbindungsäste nicht bloss als Wurzeln des Sympathicus zu betrachten sind, da dieselben, wie B. und V. beim Hecht, Huhn, der Krähe, an Hunden, Katzen, Ratten und Maulwürfen, ich selbst bei Kaninchen und Meerschweinchen fand, zum Theil nach der Peripherie, zum Theil nach dem Centrum ausstrahlen. Die einzigen Mittel, die über die nähern Verhältnisse Auskunft geben, sind

1) eine Vergleichung der Wurzeln und des Stammes der Rückenmarksnerven in Be-

---

1) De fabrica systematis nervosi evertebratorum. Berol. 1842.

2) Müll. Arch. 1844, pag. 76 u. f.

3) Recherches micr. sur le système nerveux. Copenh. 1844.

zug auf die Menge der feinen Fasern, um zu erfahren, ob solche in den Ganglien der sensibeln Wurzeln entspringen;

2) eine Messung der ein- und austretenden Aeste anderer Ganglien in derselben Absicht;

3) endlich eine Untersuchung des Verhältnisses der Nervenfasern zu den Ganglienkugeln, um einen allfälligen Ursprung der Fasern zu entdecken.

Die beiden erstern Verfahren sind schon von B. und V. angewendet worden, und haben ihnen folgende Resultate gegeben.

Bei Fischen und Vögeln gelang die Untersuchung der Rückenmarksnervenwurzeln nur bei wenigen, und auch bei diesen nicht immer; es gehörten in der Mehrzahl der Fälle die Fasern der Wurzeln zu den breiten. Bei Säugethieren war die Untersuchung ohne auffallende Schwierigkeiten. Bei allen, nämlich dem Hunde, Kalbe, Kaninchen, der Katze, Ratte und dem Menschen, war in den vorderen und hinteren Wurzeln der Spinalnerven die Menge der feinen und dicken Fasern ungefähr sich gleich, mit einziger Ausnahme des Menschen, der in seinen vorderen Wurzeln mehr breite Fasern enthielt; in den Wurzeln der Hirnnerven waren die feinen Nervenfasern bald eben so zahlreich wie die dicken (*Trigeminus*, *Vagus*, *Glossopharyngeus*), bald in der Minderzahl (*Oculomotorius*, *Trochlearis*, *Abducens*, *Portio minor Trigemini*). Im *Ganglion ophthalmicum* der Katze waren die austretenden Aeste zwei-, selbst dreimal so stark, wie die eintretenden, welche Verstärkung, wie die mikroskopische Untersuchung mit Bestimmtheit ergab, weder durch fremdartige Elemente, noch durch eine Verdickung der Nervenfasern bewirkt wurde. Aehnliche Resultate lieferten das *Ganglion coeliacum* der Katze, *G. sphenopalatinum* des Rindes, am ausgezeichnetesten das *G. N. vagi* des Hechtes, dessen austretende Aeste nicht durch Remak'sche Fasern, sondern einzig durch Zuschuss feiner Nervenröhren doppelt so stark waren, als die Wurzeln des *Ganglion*; bei anderen Ganglien war entweder äusserer Ursachen halber kein bestimmtes Ergebniss zu erzielen, oder es schienen, wie beim *Ganglion ophthalmicum* des Rindes, die ein- und austretenden Bündel gleich stark und auch in Bezug auf die Menge feiner Fasern ungefähr gleich. — Aus diesen Thatsachen ziehen B. und V. den Schluss, dass allerdings bei den Säugethieren Rückenmark und Gehirn als eine bedeutende Quelle der feinen Fasern des Sympathicus anzusehen sind, jedoch nicht als die einzige, da die feinen Fasern der Wurzeln nicht genügen, um alle feinen Fasern in den sensibeln und motorischen Rückenmarksnerven und im Sympathicus

aufzuwiegen, und nehmen ferner an, dass auch bei den Fischen feine Fasern in den Ganglien entspringen.

Was nun zuerst die Beobachtungen betrifft, auf die B. und V. sich stützen, so sind dieselben, so weit ich mich davon überzeugte, vollkommen richtig. Auch ich fand beim Menschen, dem Kaninchen und der Katze in den Wurzeln der Rückenmarks- und Gehirnnerven eine grosse Menge feiner Fasern, und überzeugte mich von der Richtigkeit der Angaben über das *G. ophthalmicum* der Katze (die austretenden Aeste haben zwar Remak'sche Fasern, jedoch sehr wenige) und das *G. N. vagi* des Hechtes und der Forelle; hierüber können meiner Ansicht nach gar keine Zweifel obwalten. Zwar hat auch hier Valentin[1]) behauptet, B. und V. haben bei den Fischen in den austretenden Aesten des *G. N. vagi* Remak'sche Fasern für Nervenfasern gehalten, allein mit demselben Unrecht, wie bei gewissen *Rami communicantes* des Frosches. Die fraglichen Aeste enthalten auch nicht eine einzige Remak'sche, wohl aber in ungeheurer Menge dünne Fasern, die sich durch ihre dunkeln Contouren, gleichmässige Dicke, den Mangel von Kernen, den leichtgerinnenden Inhalt und die vielen Uebergänge zu dicken Nervenröhren unzweifelhaft als nervös ergeben. Obschon ich also mit den Thatsachen einverstanden bin, so kann ich doch die Schlüsse nicht alle billigen. Zwar halte auch ich es für bewiesen, dass feine Nervenfasern in den Ganglien entspringen, allein für mich haben nur die Erfahrungen über das *G. ciliare* der Katze und *G. Nervi vagi* der Fische volle Beweiskraft, nicht aber die andern, an den Spinalnerven höherer Thiere gemachten, denen ich nur so viel entnehmen kann, dass wahrscheinlich auch hier die *Ganglia spinalia* Ursprungsstellen feiner Fasern sind. Was dann die Annahme betrifft, dass bei höheren Thieren eine bedeutende Menge feiner Fasern des Sympathicus aus dem Rückenmark stammen, weil die Wurzeln der Spinalnerven viele feine Fasern führen, so kann ich derselben ebenfalls nicht unbedingt beistimmen, da für mich feine Nervenfasern und Fasern des Sympathicus nicht identisch sind, wie für B. und V., vielmehr glaube ich aus physiologischen bald zu erörternden Gründen, dass ein guter Theil dieser feinen Fasern nicht zum Sympathicus gehen, sondern mit den Rückenmarksnerven peripherisch sich ausbreiten.

Die Mängel in B. und V. Untersuchungen der Verhältnisse höherer Thiere kann ich wenigstens in Bezug auf Einen wichtigen Punkt ergänzen. Ich kann beweisen, dass nicht

---

1) Repertor. 1843, pag. 129.

bloss im *Ganglion* des *Vagus* der Fische und *Ganglion ciliare* der Katze, sondern auch in andern Ganglien verschiedener Thiere feine Fasern entspringen, und bin im Stande, die Art und Weise des Ursprunges dieser Fasern aufzudecken. Die Erfahrungen nämlich, die ich oben vom Frosch anführte, dass die Nervenfasern von den Ganglienkugeln entspringen, machte ich auch an anderen Thieren. In den Spinalganglien der Schildkröte und der Katze, im *G. Gasseri* der Katze und des Meerschweinchens, im *G. thoracicum IV* der Katze sah ich im Ganzen 13 Mal den Ursprung feiner Nervenfasern aus den Ganglienkugeln in oben beschriebener Weise. Auch hier war die Beobachtung sehr vom Zufalle abhängig, jedoch nicht schwer anzustellen, wenn es gelang, die Ganglienkugeln sammt Fortsätzen von einiger Länge noch in ihrer Hülle von Remak'schen Fasern eingeschlossen zu isoliren. Obschon ich nun, wie ich gerne gestehe, bei anderen Thieren und in anderen Ganglien der genannten Geschöpfe trotz mehrfacher Untersuchungen keine solchen Verhältnisse nachweisen konnte, so stehe ich doch nicht im geringsten an, mich dahin auszusprechen, dass auch bei den andern Wirbelthieren, wie beim Frosch, in den Ganglien der Rückenmarks- und Hirnnerven und des Sympathicus feine Nervenfasern entspringen, denn offenbar gilt hier eine sichere Beobachtung mehr, als viele vergebliche Versuche. Uebrigens kann ich auch hier auf Hannover's Erfahrungen verweisen.

Somit bin ich auch für die höheren Thiere zu dem nämlichen Resultate gelangt wie beim Frosch, dass in den Ganglien feine Nervenfasern entspringen und auch das Rückenmark solche, und zwar hier in bedeutender Zahl, mit den Spinalnerven austreten lässt. Es bleibt nun noch übrig, den Verlauf dieser Fasern zu verfolgen, wobei grosse Schwierigkeiten sich erheben. B. und V. haben, um diese Frage zu entscheiden, in der Meinung, dass alle feinen Fasern dem Sympathicus angehören, die schon von Remak angestellten Beobachtungen über die relative Menge der dünnen und dicken Fasern in den verschiedenen Nerven des Körpers wieder aufgenommen und in ausgedehnterem Masse durchgeführt; sie sind dabei zu folgenden zum Theil schon bekannten, zum Theil neuen Resultaten gelangt:

1) Die Nerven der willkürlichen Muskeln enthalten überaus wenig dünne Fasern, ungefähr 10%.
2) Die Nerven der unwillkürlichen Muskeln, auch die von Cerebrospinalnerven abstammenden, haben die dünnen Fasern in enormem Uebergewicht, etwa 100 auf eine dicke.

3) Die Hautnerven enthalten immer eben so viel oder beträchtlich mehr dünne Fasern als dicke.

4) Die Nerven sensibler Schleimhäute enthalten ungemein viel dünne Fasern, nicht selten 5 — 20 Mal mehr als dicke.

5) Die Nerven wenig oder nicht sensibler Schleimhäute enthalten fast nur dünne Fasern.

Betrachtet man nun zuerst diese Thatsachen ganz an und für sich, abgesehen davon, ob die dünnen Fasern vom Sympathicus, den Spinalganglien oder anderswoher stammen, so muss man gestehen, dass man nicht begreift, wie B. und V. aus ihren Beobachtungen den ersten, dritten und vierten Satz ableiten konnten, denn

1) ergibt sich aus ihren vielen Zählungen (pag. 51 — 69) der Mengen der dünnen und dicken Fasern in den verschiedenartigsten Nerven gerade das entgegengesetzte Resultat, dass nämlich die relative Zahl der beiderlei Fasern sehr inconstant ist;

2) haben B. und V. selbst beobachtet, dass die dicken Fasern eines und desselben Nerven sich so verschmälern können, dass sie von feinen, sogenannten sympathischen nicht mehr zu unterscheiden sind.

Für den ersten Satz sind Folgendes die Belege.

Bei den Nerven der willkürlichen Muskeln finden B. und V. das Verhältniss der dünnen Fasern zu den dicken zwar meist wie 1 : 10, aber auch wie 1 : 13, 1 : 8, 1 : 3; für die Nerven der Haut erhalten sie durchaus gesetzlose Verhältnisse, wie folgende Tabelle zeigen mag, die ihren Beobachtungen entnommen ist.

Verhältniss der dünnen zu den dicken Fasern:

Frosch: Hautast der Kiefernerven	1	2
Huhn: Ende des Oberkiefernerven	1	3
» Hautnerven der befiederten Kopfstellen	16	1
» Hautnerven der unbefiederten Kopfstellen	5	1
» Hautnerven der unbefiederten Stellen der Beine	55	42
Rabe: Hautnerven	20	1
Entrich: Hautnerven	10	1
Ente: Augenast des fünften Paares	1	10
» Oberaugenhöhlennerv	5	1

Ente: Ast des Augennerven des fünften Paares zur Wachshaut des Oberkiefers	1	11
Kaninchen: Hautnerven an Rumpf und Gliedern	10	1
» Unteraugenhöhlennerv	1	1
Katze: Unteraugenhöhlennerv	5	3
» Hautnerven des Rumpfes	1	1
Kalb: Stamm des Augenastes des fünften Paares	1	1
» Unteraugenhöhlennerv	3	2
Hund: Unteraugenhöhlennerv	1	1
Mensch: Hautnerven	1	1

Gerade ebenso wie mit den Hautnerven verhält es sich mit den Nerven der sensibeln Schleimhäute. Hier geben B. und V. folgende Zahlen an:

Frosch: Nasenast des Augennerven des fünften Paares	1	1
» Nasenciliarast des Augennerven des fünften Paares	5	7
Katze: Zahnnerven	1	9
» Wurzeln des Nasenganglion	3	2
» Gaumenast des fünften Paares	100	0
Kalb: Zungennerv	2	1
» Zahnnerven	1	10
» Aeste des Nasengaumennerven	15	1
Hund: Zungennerv	1	1
» Nasennerven	5	3
» Zahnnerven	1	4
Ente: *Alveolaris inferior*	1	20

Die Unmöglichkeit aus den in diesen Tabellen gegebenen Daten die Gesetze abzuleiten, dass die Hautnerven immer sehr viel feine Fasern enthalten, im Allgemeinen gleichviel oder beträchtlich mehr als dicke, und dass die Nerven der sensibeln Schleimhäute ungemein viel feine Fasern enthalten, nicht selten 5—20 Mal mehr als dicke, ist so einleuchtend, dass ich mich nicht länger bei der Betrachtung dieser Verhältnisse aufhalte und zu dem zweiten Punkte zur Verschmälerung der Fasern während ihres Verlaufes übergehe.

Was diese betrifft, so haben B. und V. selbst, wie schon früher Andere [1]), und neulich Valentin [2]), eine solche an motorischen und sensibeln Nerven gesehen. Ja, sie geben hiefür mehrere Belege (im Stamme des *N. patheticus* des Kalbes messen die Nervenfasern 0,00015 — 0,00056″, in den Zweigchen, die im *M. obliquus superior* sich ausbreiten, dagegen nur 0,00018″ und darunter bis 0,00025″; in einem Hautnerven des Frosches waren die Fasern 0,00012—0,00040″ breit, in der Haut selbst massen die breitesten nur 0,00025″ und hatten ganz das Ansehen sympathischer Fasern), und sagen sogar (pag. 54), es werde durch dieselben der Beweis geliefert, dass die Verdünnung der breiten Fasern in den Endschlingen eine beträchtliche sei und reichlich die Hälfte des ursprünglichen Durchmessers betrage. Dennoch kommen sie dazu, die angeführten Sätze aufzustellen, anzunehmen, dass z. B. die motorischen Nerven vorwiegend dicke Fasern besitzen, während sie selbst motorische Nerven beschreiben, die keine einzige dicke Faser enthalten.

Meiner Ansicht nach ergibt sich aus den Beobachtungen von B. und V. in Bezug auf die besprochenen Nerven nur Folgendes:

1) Die Nerven der willkürlichen Muskeln enthalten in ihren Stämmen immer vorwiegend grobe Fasern, in ihren peripherischen Ausbreitungen dagegen entweder nur feine Fasern oder wenigstens solche in grösserer Zahl, als in den Stämmen.
2) Die Nerven der Haut enthalten in ihren Stämmen meist ebensoviel feine als dicke Fasern, in gewissen Fällen aber auch viel mehr dicke oder viel mehr feine, in ihren Ausbreitungen meist viel mehr feine Fasern.
3) Die Nerven der sensibeln Schleimhäute enthalten in den Stämmen meist so viel dicke als feine Fasern, in den Ausbreitungen meist vorwiegend feine; nur die Nerven zur *Pulpa dentis* und zum Zahnfleisch enthalten in ihrem ganzen Verlauf vorwiegend grobe Fasern.

Was dagegen den zweiten und fünften von B. und V. aufgestellten Satz betrifft, so bin ich mit denselben vollkommen einverstanden, und halte es für ausgemacht, dass die wenig sensibeln Schleimhäute und die unwillkürlichen Muskeln sehr vorwiegend feine Fasern bekommen.

---

1) Henle, allg. Anat. pag. 644.
2) Repertor. 1843, pag. 130.

Aus dem bisher Gesagten ergibt sich demnach, dass dasjenige, was sich mit Bestimmtheit über die relative Menge grober und feiner Fasern in den verschiedenen Nerven sagen lässt, auf sehr Weniges sich beschränkt, und auf jeden Fall nicht geeignet ist, uns über den Verlauf der feinen, in den Ganglien des Sympathicus entspringenden Fasern aufzuklären, da die Verhältnisse complicirter sind, als B. und V. es sich gedacht haben, indem die feinen Fasern nicht alle aus den sympathischen Ganglien herkommen, sondern auch zum grossen Theile aus den Spinalganglien und dem Rückenmarke stammen. Noch weniger können uns diese Zahlenangaben über den Verlauf der feinen Fasern überhaupt belehren, abgesehen davon, ob sie in sympathischen und Spinalganglien entspringen oder vom Marke kommen, da, wie wir sahen, feine Fasern auch durch Verschmälerung grober Fasern während ihres Verlaufes entstehen, und man daher bei Zählungen nie wissen kann, welches der Ursprung der feinen Fasern ist, die man gerade vor sich hat. Was wir über den Verlauf der aus den Ganglien und dem Marke stammenden feinen Fasern mit Sicherheit wissen, beschränkt sich auf sehr Weniges, das wir theils den, ich möchte sagen mit geographischer Genauigkeit angestellten, von Valentin und mir zum Theil bestätigten Forschungen B. und V. über den Faserverlauf im Sympathicus, den *Rami communicantes* und den Wurzeln der Spinalnerven verdanken, theils aus anderen Thatsachen mehr indirect entnehmen können. Es ist Folgendes:

Mit vollkommener Bestimmtheit lässt sich erstens von den sympathischen Ganglien angehen, dass die in ihnen entspringenden Fasern theils zu den Eingeweiden, theils zu den Rückenmarksnerven, und zwar zu den vorderen Aesten derselben verlaufen, zweitens von den Spinalganglien, dass ihre feinen Fasern einerseits durch die *Rami communicantes* zu den Eingeweiden gehen und zwar, wie Valentin gezeigt hat, so, dass sie nicht gleich wieder austreten, sondern erst eine Strecke weit auf- oder abwärts im Grenzstrang verlaufen (*lex progressus*), anderseits den Rückenmarksnerven, und zwar den hinteren Aesten derselben, sich anschliessen; letzteres ist daraus zu entnehmen, dass diese Aeste, wie B. und V. melden und ich bestätigen kann, schon bei ihrem Ursprung eine Menge feiner Fasern enthalten, die aus bereits angegebenen Gründen zum kleinsten Theile aus dem Rückenmarke stammen und ebenfalls nicht von den sympathischen Ganglien herrühren können, da sie auch da sich finden, wo in den *Rami communicantes* keine central verlaufenden Fasern existiren. — Als unausgemittelt ist dagegen zu betrachten, ob die sympathischen Ganglien auch Fasern an die hinteren Aeste der Spinalnerven, und die Spinalganglien

solche an die vorderen Aeste abgeben, ferner ob die feinen Fasern, die aus dem Rückenmarke kommen, zum Sympathicus oder zu den Spinalnerven oder zu beiden gehen, und ebenfalls nicht festgestellt ist es, welchen Weg die mit den Spinalnerven verlaufenden feinen Fasern nehmen, obschon sich aus der grossen Menge feiner Fasern in den Stämmen sensibler Nerven der Schluss ziehen lässt, dass sie vorzugsweise mit diesen Nerven sich verbreiten. Sichere Ergebnisse wird man in Bezug auf diese zweifelhaften Fragen erst dann erhalten, wenn man den Faserverlauf Schritt für Schritt verfolgt haben wird; doch geben auch jetzt schon, wie unten gezeigt werden soll, physiologische Thatsachen den schwankenden anatomischen Verhältnissen einen besseren Halt.

b) Grobe Nervenfasern. Es ist allbekannt, dass im Sympathicus die gröberen Nervenfasern nur sparsam vorkommen, so sehr, dass manche und zwar auch stärkere Aeste nur feine Fasern führen. Diese Fasern nun lassen sich durch die central verlaufenden Bündel der *Rami communicantes* bis nahe zu den Spinalganglien verfolgen, und erreichen, wie ich es in Berücksichtigung physiologischer Thatsachen, und weil ich nur feine, nie grobe Fasern in den Ganglien entspringen sah, für ausgemacht halte, das Rückenmark. Hier könnten sie entweder von den Ganglienkugeln der grauen Substanz entspringen, oder nur durchtreten, um im Gehirn zu endigen. Bevor ich mich hierüber ausspreche, muss ich noch etwas über den Ursprung von Nervenröhren im Rückenmarke bemerken. Ich halte denselben für sehr wahrscheinlich gemacht durch die Nachweisung von Volkmann, dass die motorischen Nervencentra für die Lymphherzen der Frösche an bestimmten Stellen im Rückenmarke liegen, und für bewiesen, erstens durch Hannover's schon citirte Beobachtungen, die ich für den Frosch bestätigen kann, dass wirklich Nervenfasern von den Ganglienkugeln des Markes entspringen, zweitens durch die Erfahrung Volkmann's, die ich aus seinem Munde weiss, dass, wie genaue Messungen des Markes an verschiedenen Stellen mit Berücksichtigung der wechselnden Stärke beider Substanzen lehrten, das Mark von unten nach oben nicht in dem Masse an Dicke zunimmt, wie es sein müsste, wenn es in seinen oberen Theilen der Complex aller mit den Nerven austretenden Fasern wäre. — Möglicher Weise könnten also grobe Fasern im Marke endigen, ich halte es jedoch für wahrscheinlicher, dass diese Fasern zum Gehirn aufsteigen und die bewussten Sensationen der Eingeweide vermitteln, vielleicht auch noch auf andere Weise Gehirn und Eingeweide in Wechselwirkung bringen.

4. Ganglienkugeln.

Die Verhältnisse der Ganglienkugeln des Sympathicus sind zum Theil, was ihre Remak'schen Hüllen und ihren Uebergang in Nervenfasern betrifft, schon besprochen, zum Theil so bekannt, dass ich nicht näher auf dieselben einzugehen brauche. Nur Eines will ich noch bemerken, was physiologisch wichtig ist, dass nicht alle Ganglienkugeln (vielleicht auch manche von denen, die Fortsätze besitzen, wie es nach Hannover im Gehirn, nach Will bei wirbellosen Thieren der Fall ist) Nervenröhren als Ursprung dienen. Ein jedes Ganglion besteht demnach wahrscheinlich überall aus folgenden vier Theilen: 1) Nervenfasern, die dasselbe nur durchsetzen, 2) solchen, die in demselben entspringen, 3) Ganglienkugeln, die Nervenfasern entsenden, 4) freien Ganglienkugeln.

Nach dieser Beleuchtung der anatomischen Verhältnisse des sympathischen Nerven will ich auch meinerseits ein Votum über die Stellung desselben im Nervensysteme abgeben, und versuchen, diesem Nerven, der so mannigfache Schicksale erlebte, da die Aelteren und Valentin ihn für einen einfachen Cerebrospinalnerven hielten, Bichat, Reil und neuerdings wieder Bidder und Volkmann seine Selbständigkeit proclamirten, nun endlich seine bestimmte Stelle anzuweisen. Ich kann weder die eine, noch die andere Ansicht theilen, sondern glaube, dass der Sympathicus zum Theil selbständig, zum Theil von anderen Organen des Nervensystems abhängig ist. Selbständig ist der Sympathicus nicht durch eigenthümliche, an anderen Stellen des Nervensystems nicht vorkommende Elemente, durch besondere sympathische Fasern, wie B. und V. meinen, denn diese sind, wie wir sahen, vollkommen identisch mit den feinen Nervenfasern anderer Theile des Nervensystems und auch von den gröberen durch keine wesentlichen Merkmale geschieden, wohl aber durch seine Ganglien und die in denselben von einem Theil der Ganglienkugeln entspringenden feinen Nervenfasern. Unselbständig ist der Sympathicus: 1) durch die feinen Fasern, die die Ganglien der Rückenmarks- und Gehirnnerven ihm zusenden, und 2) durch die vom Rückenmark und Gehirn zu ihm gehenden feinen und groben Fasern.

Der Sympathicus enthält also, anatomisch betrachtet, zwar sehr verschiedenartige, jedoch durchaus keine eigenthümlichen Elemente, und kann daher unmöglich für einen

durch seine histologischen Charaktere von andern specifisch verschiedenen Nerven gehalten werden. Fragen wir nun noch, ob etwa seine Eigenthümlichkeit, wenn auch nicht in besonderen, ihm allein angehörigen Elementen, doch in der besonderen Zusammensetzung derselben liege, so müssen wir auch hierauf mit Nein antworten. Zwar gibt es Nerven, die anatomisch ganz einfach zu sein scheinen, wie die höheren Sinnesnerven, die nicht bloss nur einerlei Fasern enthalten, sondern auch, wie HANNOVER wenigstens vom *Opticus* bewiesen hat, von den Ganglienkugeln einer einzigen, ganz bestimmten Stelle des Gehirns entspringen; allein die andern Alle, Gehirn wie Rückenmarksnerven, möchten in hohem Grade zusammmengesetzt sein. Nachgewiesen ist diess einmal von den letzteren, welche Fasern aus dem Rückenmark, aus dem Gehirn, und zwar wahrscheinlich von verschiedenen Theilen desselben, aus den Spinalganglien und endlich aus den sympathischen Ganglien enthalten; zweitens vom *N. vagus* und *trigeminus*, die ganz bestimmt aus Fasern der Centralorgane (Gehirn, verlängertes Mark?), ihrer eigenen Ganglien und der sympathischen Ganglien zusammengesetzt sind. In der Mannigfaltigkeit der Mischung überhaupt liegt also die Eigenthümlichkeit des Sympathicus ebenfalls nicht, jedoch muss allerdings anerkannt werden, dass bei ihm unter allen Nerven diese Mischung am stärksten hervortritt und ihren höchsten Grad erreicht. Kein Nerv ausser ihm enthält so viele Ganglien, d. h. Centralorgane, in denen Fasern entspringen, und, was hieraus folgt, von so vielen Orten abstammende Fasern, sondern alle andern besitzen nur Eines, höchstens 2 Ganglien. Hierin und in der unbestreitbaren Thatsache, dass die Fasern der Rückenmarks- und Gehirnnerven vorwiegend aus Rückenmark und Gehirn, die des Sympathicus vorwiegend aus den Ganglien (*G. sympathica et spinalia*) abstammen, ist der Unterschied und anatomische Charakter der beiderlei Nerven zu suchen. Uebrigens will ich noch bemerken, dass wahrscheinlich der Sympathicus nicht bei allen Wirbelthieren denselben Charakter besitzt; bei den niedern (Amphibien) enthält er nur wenige vom Rückenmark und Gehirn stammende Fasern, bei Säugethieren solche in bedeutender Zahl. Hieraus folgt, dass er bei den letzteren in seiner Zusammensetzung den Rückenmarksnerven näher steht als bei ersteren, oder wenn wir auf seine Verrichtungen Rücksicht nehmen, vom Gehirn und Mark abhängiger ist.

Diese Erörterung führt mich dazu, noch einen Blick auf die anatomischen Verhältnisse des Nervensystems im Ganzen zu werfen. Nachdem man früher nur das Gehirn als Centralorgan betrachtet, und die Nerven Alle sammt ihren Ganglien, ja selbst das Rü-

ckenmark einfach als von demselben ausgehende Nerven angesehen hatte, wurden in den neusten Zeiten, namentlich durch Erweiterung unserer physiologischen Kenntnisse und durch die Daten der vergleichenden Anatomie, die bei Gliederthieren z. B. viele Nervencentra nachwies, nach einander der Sympathicus, die *Medulla oblongata*, und zum Theil auch das Rückenmark in ihre Rechte eingesetzt. Allein auch hiebei kann man nicht stehen bleiben, denn Hannover's und meine Beobachtungen über den Ursprung von Nervenfasern im Marke und in den Ganglien, Volkmann's Erfahrungen, dass Fasern im Marke ihr centrales Ende haben, drängen unwiderstehlich zu einer noch schärferen Auffassung dieser Verhältnisse hin. Man muss jetzt, um bei dem Einfachsten zu beginnen, zwischen zweierlei grauer Substanz oder Arten von Ganglienkugeln unterscheiden, 1) solchen, die Nerven abgeben, und 2) solchen, die unabhängig für sich bestehen; die letzteren sind die einfachsten Elemente des Nervensystems, die ersteren schon complicirter, da jede Ganglienkugel mit der von ihr entstehenden Faser als ein Ganzes betrachtet werden muss. Aus diesen einfachsten und einfacheren Organen[1]), den freien und Fasern aussendenden Ganglienkugeln, setzen sich nun die complicirtern Organe zusammen, die jedes für sich wieder eine Einheit ausmachen. Als solche betrachte ich erstens die Ganglien aller Art, die ich nicht als untergeordnete Theile ansehe, sondern für ächte Centralorgane halte, dann die Massen von grauer Substanz, die im Rückenmarke, wie im Gehirn in solcher Menge vorkommen, von denen ich glaube, dass sie in eine grosse Zahl besonderer Organe zerfallen, die sich zwar, namentlich für ersteres, durch die Anatomie allein sehr schwer werden ermitteln lassen, leichter für letzteres, wo schon die äusseren Formen mannigfache Andeutungen geben, die aber doch durch Beiziehung physiologischer Thatsachen mehr oder weniger zu bestimmen sind, wie z. B. die motorischen Centra für die Lymphherzen der Frösche nach Volkmann's schöner Entdeckung. Endlich sind wohl auch diese höheren Organe zum Theil wieder mit einander verbunden und bilden noch höhere Einheiten; eine solche stellt vielleicht das Rückenmark dar, das wahrscheinlich durch gewisse Theile seiner grauen Substanz alle seine Einzelorgane beherrscht, ferner die einzelnen Abschnitte des Gehirns, z. B. das grosse und kleine Hirn. Das Nervensystem ist demnach nicht ein einfaches Ganzes, dessen Theile alle vom Gehirn aus-

1) Vom anatomischen Standpunkte aus könnte man auch diejenigen Ganglienkugeln, deren Nervenfasern Endschlingen bilden, als einfache Organe betrachten; da aber, wie die Physiologie lehrt, diese Schlingen unwesentlich sind, so glaubte ich dieses Verhältniss übersehen zu dürfen.

gehen, sondern es zerfällt in viele Organe von verschiedenem Range. Die Wissenschaft hat die schwierige Aufgabe, diese Organe nachzuweisen, schwierig darum, weil die äussere grobe Gestalt des Nervensystems lange nicht immer auf die Bedeutung seiner einzelnen Theile schliessen lässt und oft unter dem Scheine der Einfachheit die verwickeltsten Verhältnisse birgt. Jedoch zweifle ich nicht, dass, wie es gelungen ist, in den Nerven, die man früher als besondere Theile, als anatomische Einheiten betrachtete, gleichsam nur die Bahnen für die verschiedenartigsten und von den mannigfachsten Localitäten abstammenden Fasern zu erkennen, so auch die complicirtern Verhältnisse der grauen Substanz durch den Eifer der in diesem Gebiete so thätigen Physiologen immer mehr werden aufgedeckt werden, und hoffe, dass der Anfang, der hiezu in dieser Schrift durch den Nachweis der Bedeutung der Ganglien gemacht wurde, nicht ohne Früchte sein werde.

Zum Schlusse erlaube ich mir noch einige Worte über die Verrichtungen des sympathischen Nerven zu sagen, nicht, um dieselben ausführlicher zu beleuchten, da diess dem Zwecke dieser Schrift fremd ist, sondern nur um den Einfluss einer geläuterten anatomischen Einsicht auch auf die Physiologie anzudeuten.

Ich stelle den Satz obenan, dass der sympathische Nerv mit der Ernährung direct nichts zu thun hat. Die ältere Lehre, dass alle vegetativen Processe, wie Ernährung, Stoffwechsel, Absonderung u. s. w. unmittelbar von demselben bedingt seien, ist in den neusten Zeiten, namentlich auch dadurch, dass nachgewiesen wurde, dass mit lebhaften vegetativen Processen begabte Organe, wie die Milchdrüse, das Zahnsäckchen, keine oder fast keine vom Sympathicus stammende Fasern besitzen, immer mehr untergraben worden, und an ihrer Stelle hat sich die Annahme geltend gemacht, dass der Sympathicus nur mittelbar, nur dadurch, dass er gewisse Arten von Empfindung und unwillkürlicher Bewegung vermittle, auf die vegetativen Vorgänge einwirke, nicht aber denselben wirklich vorstehe. Zwar haben Bidder und Volkmann in ihrem oft genannten Werke es versucht, die veraltete Hypothese wieder in ihre Rechte einzusetzen; allein offenbar mit eben so wenig Glück, als sie beim Nachweis ihrer sympathischen Fasern hatten. Was mich betrifft, so kann ich nicht umhin, Valentin[1]) vollkommen beizustimmen,

1) Repertor. 1843, pag. 131.

wenn er sagt, die Ansicht, dass die vegetativen Functionen directer organischer (Nerven-) Einflüsse bedürfen, sei der Ueberrest einer Zeit, in welcher der Physiologie zwei Hauptstützen, das Mikroskop und die physikalisch-chemische Untersuchungsweise zu einem grossen Theile fehlten, und ermangle aller objectiven Beweise vollkommen. In der That ist nicht ein einziges Factum vorhanden, das einen directen Einfluss des Sympathicus oder der Nerven überhaupt auf die Vegetation bewiese; wohl aber kennen wir eine Menge Theile, wie die Haare, Nägel, Oberhaut, Schleimhäute, Linse, Knorpel, die, obschon sie keinen Einzigen Nerven besitzen, doch mit einem sehr raschen und energischen Stoffwechsel begabt sind. Durch diese Annahme von der Unabhängigkeit vegetativer Processe vom Nervensysteme sind wir auch keineswegs zurückgekommen, vielmehr haben sich unsere Einsichten in diesem Gebiete immerfort vermehrt. Statt von mystischer Nervenwirkung bei den Secretionen u. s. w. zu reden, stützen wir uns jetzt auf sichere physicalische und chemische Gesetze, auf geläuterte Ansichten über die Thätigkeit der Elementartheile des Körpers und legen, seit Henle mit so viel Glück die Rolle der Gefässnerven aufdeckte[1]), allen Nerveneinfluss auf die Ernährung u. s. w. nur in die Wirkung motorischer Nervenfasern auf die contractilen Gefässhäute, die je nach dem Grad ihrer Zusammenziehung viel oder wenig Ernährungsflüssigkeit aus dem Blut austreten lassen, und so die Secretionen bald profus, bald spärlich, die Ernährung rasch oder langsam machen, und eine wechselnde Schnelligkeit der Stoffaufnahme bedingen.

Durch diese neue Auffassung der vegetativen Processe war nun allerdings die Möglichkeit gegeben, einen tieferen Blick in die Natur des sympathischen Nerven zu thun, als früher; jedoch förderte auch diese noch lange nicht so, dass man sich hätte rühmen können, dessen Natur ganz erforscht zu haben. Ich hoffe im Folgenden zeigen zu können, dass die Thatsache, dass die Fasern des Sympathicus zum Theil in den Ganglien entspringen, die wir Bidder's und Volkmann's grossen Bemühungen verdanken und die durch den von mir gegebenen Nachweis des Ursprunges derselben von den Ganglienkugeln noch fester gestützt wurde, uns einen guten Schritt weiter gebracht hat, und einer immer richtigern Erkenntniss entgegenführt. Ich will zu dem Endzwecke hin in Kürze die Facta darlegen, die über die Natur der Verrichtungen des Sympathicus Aufschluss geben, und dann eine Erklärung derselben versuchen.

---

1) Patholog. Unters., allg. Anat. pag. 522.

Was den Sympathicus vor andern Nerven auszeichnet, ist die Art und Weise, wie er Empfindung und Bewegung vermittelt. Die erste anbelangend, so ist allgemein bekannt, dass wir von den Vorgängen in unseren Eingeweiden nur ein sehr unklares Bewusstsein haben. Wir wissen nichts von den Schlägen des Herzens, nichts von den Bewegungen des Darmes und des Magens; auch das Gefühl der innern Fläche dieser Theile ist sehr dumpf, denn wir haben nur ein vages Bewusstsein der Oertlichkeit in denselben und eine unbestimmte Kenntniss von der Natur der sie treffenden Eindrücke. So fühlen wir nichts von dem im Herzen und den Adern strömenden Blute, nichts vom Laufe der Galle, des Harns und der übrigen Secrete; doch erkennen wir heftigere Einwirkungen, wie mechanische, und bedeutende Grade von Kälte und Wärme auch unter normalen Verhältnissen, und können im kranken Zustande in den genannten Theilen bedeutende Schmerzen empfinden. Was die Bewegung der vom Sympathicus versorgten Theile betrifft, so ist dieselbe (Herzschlag, peristaltische Darmbewegung u. s. w.) vom Willen durchaus unabhängig und in der Beziehung eigenthümlich, dass sie fast nie anhaltend ist, wie die der willkürlich contrahirten Muskeln, sondern in längeren oder kürzeren Intervallen steigt und fällt. So ist es beim Herzen, das in nie ruhender Thätigkeit von Zusammenziehung zu Ausdehnung eilt, beim Darm, Magen u. s. w., die zwar zeitenweise in einem mittleren Zustande von Contraction verharren, wie andere Muskeln, aber wenn sie sich zu ihrer eigenthümlichen Thätigkeit erheben, ebenfalls keiner andauernden Bewegung befähigt sind, sondern von einem Maximum und Minimum derselben zum andern übergehen. Nur die Gefässe möchten den ächten Muskeln gleichen, und lange Zeit in einer und derselben, bald höheren bald geringeren Zusammenziehung verharren. Obschon demnach der Wille nichts über die Eingeweide vermag, so sind sie doch von dem Organe abhängig, wo derselbe seinen Sitz hat, nämlich vom Gehirn. Der Einfluss der Affecte und Leidenschaften ist allbekannt; je nach der Natur und dem Grade derselben ändern sich die Bewegungen des Herzens (das Herz klopft oder geht langsam), die Contractionen der Gefässe (das Gesicht ist blass oder roth), der Bronchien (die Brust ist frei oder beklommen), des Darmkanals und der Drüsengänge, der Muskeln und der Geschlechtsorgane, des Unterhautzellgewebes (die Haare sträuben, die Haut runzelt sich) u. s. w.; jedoch würde man irren, wenn man das Gehirn als eine Lebensbedingung für die Thätigkeit der Nerven der Eingeweide ansehen wollte, es ist nur im Stande deren Verrichtungen in gewissen Beziehungen zu modificiren und zu reguliren, aber nichts wei-

ter; denn auch im Schlafe, wo seine Thätigkeit auf beinahe Null herabsinkt, gehen die Eingeweide ihren ungestörten Gang, auch hirnlose Missgeburten und enthirnte Thiere leben, namentlich letztere, noch Monate lang. Auch das Rückenmark hat Einfluss auf die Thätigkeit der Eingeweide, diess zeigen zur Genüge pathologische Erfahrungen und Experimente; ich erinnere nur an die Abnahme der Kraft des Herzens bei Zerstörung eines grösseren Theiles des Rückenmarkes, gleichviel wo, und an die theilweise Lähmung der Darmbewegungen bei *Tabes dorsualis* und anderen Krankheiten des Markes. — Andere Thätigkeiten des sympathischen Nerven sind uns keine bekannt; namentlich beruht die Annahme, dass er der Sitz der Leidenschaften und des thierischen Magnetismus sei, auf keiner einzigen Thatsache, und kann daher von keinem vorurtheilsfreien Forscher gebilligt werden.

Zur Erklärung dieser grösstentheils schon lange bekannten Thatsachen, die jedoch in diesem Umfange wahrscheinlich nur für die köheren Wirbelthiere oder selbst nur für den Menschen gelten, sind schon die verschiedenartigsten Versuche gemacht worden. Es ist nicht meine Absicht, dieselben zu durchgehen und ihre verschiedenen Mängel nachzuweisen, nur soviel erwähne ich, dass noch keine Annahme die unwillkürlichen Bewegungen und unbewussten Empfindungen der Eingeweide irgendwie genügend erklärt hat. Was mich betrifft, so scheint mir eine Lösung des Räthsels verhältnissmässig leicht, wenn man die Ganglien als Centralorgane, als Sitz und Quelle von einfachen und reflectirten Bewegungen ansieht, und die von ihnen ausgehenden Nerven als sensible und motorische betrachtet. Bevor ich jedoch auseinandersetze, wie bei dieser Annahme die besprochenen Thatsachen zu erklären sind, will ich versuchen, dieselbe näher zu begründen, um nicht wie Frühere den Tadel auf mich zu ziehen, eine blosse Hypothese aufgestellt zu haben. Die Gründe, welche mich bewegen, den Ganglien eine solche Rolle zuzutheilen, sind folgende:

Erstens die Analogie. Da es nämlich aus den neusten Beobachtungen und Versuchen über die Thätigkeit der verschiedenen Substanzen des Rückenmarks unwiderleglich hervorgeht, dass die graue Substanz oder die Ganglienkugeln theils die Kraft der mit ihnen in Verbindung stehenden Nerven erhalten, theils die verschiedenartigen Reflexe von einer Faser auf die andere vermitteln, und auch die motorischen Fasern von sich aus unmittelbar erregen (motorische Centra der Lymphherzen der Frösche), Thatsachen, aus denen die Physiologen fast allgemein den Schluss gezogen haben, dass die Ganglien-

kugeln als das vorzugsweise Active im Nervensystem, als Centralorgane zu betrachten seien, und die auch Henle, da nun der Zusammenhang der Nervenfasern mit den Ganglienkugeln nachgewiesen ist, wohl nicht mehr anders deuten wird, so ist es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass auch die graue Substanz der Ganglien eine ähnliche Wirksamkeit besitzt.

Zweitens wirkliche Thatsachen. Hieher zähle ich vor Allem die neusten Versuche von Bidder, durch Volkmann in Müller's Archiv 1844 mitgetheilt, welche beweisen, dass beim Frosch nach gänzlicher Zerstörung des Rückenmarkes allein oder desselben sammt dem Gehirn, mit Schonung der *Medulla oblongata* wegen der Athembewegungen, der Herzschlag, Kreislauf, die Bewegungen des Darmkanals, die Verdauung, die Secretionen noch Tage, selbst Wochen lang fast eben so gut von statten gehen, wie unter normalen Verhältnissen; dann die bekannte Erfahrung, dass der mit seinem Gekröse ausgeschnittene Darm, das ausgeschnittene Herz noch lange Zeit sich bewegen, während willkürlich bewegliche Theile nach ihrer Trennung vom Rückenmark oder Gehirn nie von selbst, nur auf äussere Reize zucken. Ferner gehört eine von Henle gemachte wichtige Beobachtung hieher, die zwar von Volkmann in Zweifel gezogen wird, jedoch, wie Versuche an Kaninchen und Meerschweinchen mich lehrten, vollkommen mit Unrecht, dass nämlich getrennte Darmstücke, so lange sie noch mit dem Gekröse (also mit vielen Ganglien) in Verbindung stehen, auf localen Reiz ausgedehnte Bewegungen unternehmen, wenn dasselbe entfernt ist, nur noch örtlich sich contrahiren. Endlich sind noch Beobachtungen von Volkmann und von mir anzuführen. Ersterer sah[1]), dass zwar das ausgeschnittene Herz von Fröschen in seiner Totalität vollkommene Bewegungen vollführte, dass jedoch bei gewissen Verletzungen augenblickliche Ruhe einzelner Theile eintrat. So fand er, dass totale Spaltung der Kammer der Pulsation, mit Ausnahme des verschiedenartigen Rhythmus beider Seiten, keinen Eintrag that; weitere Spaltung der linken Ventrikelparthie störte anfangs die Harmonie der Bewegungen nicht, erst als der Schnitt bis zu einem gewissen Punkte fortgeführt war, hörte plötzlich die eine Hälfte des Muskelstückes ganz auf zu pulsiren; wurde die fortpulsirende Seite gereizt, so contrahirte sie sich augenblicklich, aber ohne Theilnahme der andern, wogegen diese gereizt durch Reflex auch die andere zur Contraction brachte. Als beide Theile vollständig getrennt waren, pulsirte der eine lang-

1) Müll. Arch. 1844, pag. 422 sqq.

sam fort, der andere vollkommen eben so grosse ruhte, wenn er nicht gereizt wurde, in welchem Falle auf Einen Reiz immer nur Eine Contraction erfolgte. Zu denselben Resultaten bin auch ich durch ganz einfache Versuche gekommen. Ich fand nämlich, dass das ausgeschnittene Herz des Frosches, gerade wie der Darm ebengetödeter Thiere, der im *Mesenterium* die Quelle seiner selbständigen Bewegung enthält und von demselben getrennt sogleich stille steht, ebenfalls an einer ganz bestimmten Stelle die Organe, die seine Bewegung bedingen, in sich schliesst, nämlich da, wo Kammer und Vorkammern an einander stossen; denn wenn man ein Herz in kleine Stücke schneidet, so pulsiren nur die von der genannten Stelle hergenommenen fort, die andern nicht.

Aus allem diesem geht nun wohl unbestreitbar hervor: 1) dass der Sympathicus in sich das Princip eines bedeutenden Theiles seiner Thätigkeit besitzt, und 2) dass dasselbe nicht in seinen Nervenfasern, die sich einfach als motorische und sensible Fasern wie andere ergeben, sondern in seiner grauen Substanz, in seinen Ganglien liegt; denn die zuerst erwähnten Beobachtungen erweisen seine grosse Unabhängigkeit von den übrigen Theilen des Nervensystems, und die letzteren lassen sich durchaus nicht anders erklären, als wenn man die Remak'schen Herzganglien, die Ganglien des *Mesenterium* als Reflexorgane oder auch als einfache motorische Organe betrachtet. Es frägt sich nun, wie nach Feststellung dieser Function der Ganglien die oben geschilderten Thätigkeiten des Sympathicus sich erklären lassen.

Von den in den Ganglien des Sympathicus selbst entspringenden sensibeln und motorischen Nervenfasern mache ich erstens die unbewussten Sensationen in dem grössten Theile der Eingeweide und die unwillkürlichen Bewegungen derselben abhängig, denn da diese Fasern nicht bis zum Gehirn, dem Sitze des Willens und Bewusstseins aufsteigen, können sie keinem von beiden dienen. Ich halte dafür, dass diese unwillkürlichen Bewegungen, in so fern sie von den sympathischen Ganglien abhängen, theils reflectorische sind, entstanden durch vorherige Reizung der sensibeln Fasern der Ganglien, so die peristaltischen Darmbewegungen u. s. w., theils unmittelbar von den Ganglien angeregte, so der mittlere Grad der Contraction, der sogenannte Tonus der Gedärme, Bronchien, Gefässe, Ausführungsgänge u. s. w., und wahrscheinlich auch der Herzschlag. Wie die sensibeln Fasern der Ganglien bei Erregung dieser Reflexe sich verhalten, ist unbestimmt, nämlich ob sie solche nur da, wo sie entspringen, oder auch in Ganglien, die sie nur durchsetzen, zu erregen vermögen. — Was ferner die Fasern betrifft, die vom Rücken-

mark zum Sympathicus gehen, so halte ich dieselben für sensible und motorische; von den sensibeln glaube ich, dass sie den Sitz des Bewusstseins erreichen und die geringen bewussten Empfindungen vermitteln, die wir unter normalen Verhältnissen in diesem Gebiete haben. Die Einwendung, die man gegen diese Annahme machen könnte, dass die grossen Schmerzen, die wir in Krankheiten in den Eingeweiden empfinden, auch viele Nervenfasern voraussetzen, widerlegt sich einfach, wenn man bedenkt, dass auch ganz locale Erregung sensibler Nerven, z. B. die beschränktesten Entzündungen eines Zahnes, einer kleinen Hautstelle u. s. w., die heftigsten Schmerzen hervorbringen können, und dass überhaupt die Qualität des Schmerzes nicht von der Erregung einer grösseren oder geringeren Zahl von Nerven, sondern von der Art der Erregung abzuleiten ist; von der Zahl der erregten Nerven hängt nur die Ausdehnung und manchmal auch die Dauer des Schmerzes ab, die wir dann freilich oft mit der Intensität verwechseln. Die motorischen Fasern können nicht das Organ, das der willkürlichen Bewegung vorsteht, erreichen, denn sonst wären die Eingeweide von unserem Willen abhängig, allein sie müssen doch so weit in das Rückenmark eingehen, dass sie dem Einflusse des Seelenorganes unterworfen sind, denn wir wissen ja, welch mannigfache Bewegungen die Seele je nach ihrer Stimmung in den Eingeweiden veranlasst. In Berücksichtigung anatomischer Verhältnisse wäre es nun das Einfachste anzunehmen, dass die groben Fasern des Rückenmarks zum Sympathicus die Eingeweide mit dem Gehirn in Verbindung bringen, die feinen dieselben mit dem Marke in Rapport setzen, und beide sensibel und motorisch seien. Dann würden die ersten die bewussten Empfindungen der Eingeweide, wovon schon die Rede war, und den Einfluss der Affecte auf dieselben vermitteln, die letzten die motorische Kraft des Markes zu den contractilen Elementen der Eingeweide leiten, und bei Erregung ihrer peripherischen Endigungen durch Reflex die Bewegung der Eingeweide verstärken. Allein gegen eine solche Annahme spricht die geringe Zahl der groben Fasern, von denen erst nur die Hälfte als motorische gelten könnten. Es ist durchaus unmöglich zu glauben, dass diese wenigen Fasern genügen sollten, um den motorischen Einfluss des Gehirns auf alle Eingeweide und viele Gefässe zu erklären, es sei denn, man wolle annehmen, dass diese Fasern nicht bloss auf die contractilen Elemente, in denen sie sich endigen, wirken, sondern auch, sei es unmittelbar oder durch vorherige Reizung der Ganglienkugeln, motorische, in den Ganglien entspringende Fasern anzuregen vermögen, eine Ansicht, die jedoch nach den bis jetzt vorliegenden Thatsachen als sehr wenig be-

gründet erscheint. Es bleibt daher wohl nichts anderes übrig, als auch die feinen motorischen Fasern, die vom Marke zum Sympathicus gehen, wenigstens einem bedeutenden Theile nach vom Gehirn abhängig zu machen, wobei ich es unentschieden lassen muss, ob hiezu unumgänglich nöthig sei, dass dieselben zum Gehirn, etwa zum *Cerebellum*, aufsteigen, oder ob eine Einwirkung des Gehirns auf dieselben, vielleicht durch die graue Substanz, auch dann gedenkbar wäre, wenn sie im Marke oder in der *Medulla oblongata* endigten. Das Einfachste wäre, die groben Fasern als nur sensible, und zwar zum Sitz des Bewusstseins dringende, die feinen als sensible und motorische Elemente, letztere theilweise dem Gehirn, theilweise dem Rückenmark unterworfene, zu betrachten.

Es bleibt mir noch übrig, von den aus den Ganglien der Spinal- und Kopfnerven zu den Eingeweiden gehenden Fasern zu reden, bei welcher Gelegenheit ich nicht umhin kann, auch über die Function dieser Ganglien überhaupt einiges zu bemerken. Die Experimente und pathologischen Erfahrungen über diese Ganglien, z. B. über das *Ganglion Gasseri* und die Rückenmarksganglien, haben so verschiedenartige Resultate ergeben, dass sich aus denselben unmöglich ein sicherer Schluss ableiten lässt; es bleiben daher als einzige Haltpunkte die anatomischen Thatsachen und die Analogie mit andern Ganglien. Erstere lehren, dass feine Nervenfasern in diesen Ganglien entspringen und zum Sympathicus und den Rückenmarksnerven sich begeben; letztere zeigen, dass die Ganglien Centralorgane sind. Diess zusammengenommen, ist es wohl nicht zu gewagt, auch diese Ganglien Alle als Centralorgane zu betrachten, welche unbewusste Empfindung und unwillkürliche Bewegung vermitteln. Von denjenigen ihrer Fasern, die zum Sympathicus gehen, könnten die Eingeweide selbst oder deren Gefässe abhängig sein, von den mit den Rückenmarksnerven verlaufenden die Gefässe und das Zellgewebe, als die einzigen unwillkürlich beweglichen Theile der Extremitäten. Da nun auch die sympathischen Ganglien Fasern zu den Rückenmarksnerven senden, und nicht zu glauben ist, dass die in den zwei Ganglienarten entspringenden Fasern nur an gewisse Organe sich halten, so ist es wohl das Einfachste, anzunehmen, dass beiderlei Fasern sich in die Versorgung der Gefässe und des Zellgewebes der Extremitäten theilen und ebenso gleichmässig den Gefässen und andern contractilen Elementen der Eingeweide vorstehen. Bei dieser Annahme werden die Fasern, die aus den Ganglien der Gehirn- und Rückenmarksnerven stammen, für sensibel und motorisch gehalten, was den Bell'schen Lehrsatz keineswegs umstösst, nur die Ansicht, dass die hinteren Wurzeln unterhalb dem Ganglion rein sen-

sibel seien, beeinträchtigt. Uebrigens müssen auch das Zellgewebe und die Gefässe der Extremitäten Fasern enthalten, die dem Einflusse der Centralorgane ausgesetzt sind, da Gemüthsbewegungen auch auf sie nicht geringen Einfluss besitzen.

Hiemit ende ich diesen kurzen physiologischen Excurs, den ich gerne noch weiter auf die Besprechung noch mancher wichtigen Frage ausgedehnt hätte, wenn diess nicht dem Zwecke der Schrift ferne läge. Ich verhehle mir keineswegs, dass trotz der geläuterten Einsicht in die anatomischen Verhältnisse des Sympathicus, die, wie ich hoffe, aus dem anatomischen Abschnitte hervorgegangen ist, noch manche Lücke und manches Dunkel auch im physiologischen Gebiete übrig geblieben ist, doch hoffe ich durch den Nachweis der Thätigkeit der verschiedenartigen Fasern des Sympathicus und die auf Thatsachen gestützte Aufdeckung der Natur und Verrichtung der Ganglien gewichtige Fragen zu einem Entscheide gebracht zu haben. Nicht nur ist jetzt die Art und Weise, wie der Sympathicus bewusste und unbewusste Sensationen und unwillkürliche Bewegungen vermittelt, aufgeklärt, sondern es hat sich auch für die Physiologie das Resultat ergeben, dass derselbe in nichts Wesentlichem vor andern Nerven sich auszeichnet, denn alles dasjenige, was ihm eigenthümlich ist, eben die Art, wie er Empfindung und Bewegung vermittelt, findet sich auch in anderen Abschnitten des Nervensystems. So kennen wir seit Henle auch in den höheren Sinnesnerven Erregungen, die nicht zum Bewusstsein gelangen, und wissen, dass bei den Reflexbewegungen, die vom Rückenmarke ausgehen, Empfindung und Bewegung von dem Gehirne unabhängig, unbewusst und unwillkürlich sind; ferner hat Volkmann gezeigt, dass die Lymphherzen der Frösche ihre motorischen Centra im Rückenmark, und zwar an ganz bestimmten Stellen, besitzen, und ich stellte es als wahrscheinlich dar, dass auch die Ganglien der Spinal- und Hirnnerven Centralorgane seien mit ähnlicher Function wie die sympathischen. Das Einzige, was den Sympathicus vor anderen Nerven jetzt noch auszeichnet, ist, dass er weniger dem Gehirn unterworfen ist, als andere, denn er führt keine vom Willen abhängigen Fasern und wenige, die zum Sitze des Bewusstseins gelangen, und dass er durch seine Ganglien einen bedeutenden Grad von Unabhängigkeit besitzt; allein diess ist nur ein gradweiser, kein wesentlicher Unterschied, der auf keinen Fall genügt, um ihn als besonderen Theil den anderen Abschnitten des Nervensystems entgegenzusetzen. Meiner Ansicht nach muss das ganze Nervensystem, wie vom anatomischen Gesichtspunkte aus, so auch vom physiologischen, als ein Complex von einfacheren und zusammengesetzteren Organen betrachtet

werden. Jede isolirte Ganglienkugel, jede Ganglienkugel mit ihrer Nervenfaser, ist, wie ich glaube, schon der Sitz einer besonderen Thätigkeit, ein einfaches functionelles Ganzes; erstere wird vielleicht schon einen Reflex vermitteln können, letztere, wenn die Faser motorisch ist, den Tonus eines contractilen Theiles erhalten, wenn sensibel, eine unbewusste Sinneswahrnehmung, wenn psychisch, Bewusstsein oder eine Willensäusserung vermitteln. Solche einfache Ganze in Verbindung mit einander sind dann der Sitz einer höheren Thätigkeit, setzen die einfachen Functionen unter einander in Verbindung und rufen gleichartige oder antagonistische Bewegungen hervor; so die Ganglien, deren sensible und motorische Fasern auf einander wirken, das Rückenmark, das besondere Centra für die Bewegung der Lymphherzen, der Athemmuskeln hat. Endlich sind wahrscheinlich auch einzelne dieser complicirtern Organe zu einer noch höheren Einheit mit einander verbunden; so wahrscheinlich das Gehirn und Rückenmark durch die graue Substanz und die einzelnen Theile des Gehirns. Die Verrichtungen des Nervensystems sind demnach nicht so einfach, wie man bis jetzt annahm, wo man alle Nerven vom Gehirn abhängig machte, und Rückenmark und Ganglien nur als unbedeutende Hülfsorgane betrachtete, sondern geben sich in verschiedenartigen Abstufungen kund, und zeigen in sich eine Gliederung, ähnlich derjenigen des Organismus überhaupt, dessen einzelne Theile bald ganz unabhängig dem Ganzen nur ihre äusseren Lebensbedingungen verdanken, bald mit anderen durch engere oder lockerere Bande verknüpft sind.